

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ  
РЕГУЛИРОВАНИЮ И  
МЕТРОЛОГИИ



ФГУП  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ  
СЛУЖБЫ»

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ  
119361, г. Москва, ул. Озёрная, 46

## СВИДЕТЕЛЬСТВО об аттестации № 01.00225/206- 171-15

Методика измерений \_\_\_\_\_ электрической энергии и мощности  
наименование измеряемой величины

\_\_\_\_\_ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская»  
объект  
\_\_\_\_\_ автоматизированный \_\_\_\_\_, разработанная  
метод измерений

\_\_\_\_\_ ФГУП «ВНИИМС»  
\_\_\_\_\_ 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46  
наименование организации (предприятия), разработавшей Методику измерений

и регламентированная в документе: \_\_\_\_\_ Методика измерений электрической  
энергии и мощности с использованием системы автоматизированной  
информационно-измерительной коммерческого учета электроэнергии  
\_\_\_\_\_ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская», \_\_\_\_\_ стр., 2015 г.  
обозначение и наименование документа

Методика измерений аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-2009.  
Аттестация осуществлена по результатам \_\_\_\_\_ метрологической экспертизы  
вид работ: метрологическая экспертиза материалов по разработке Методики измерений,

\_\_\_\_\_ материалов и теоретических исследований Методики измерений  
теоретическое или экспериментальное исследование Методики измерений, др. виды работ

В результате аттестации Методики измерений установлено, что Методика измерений соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает метрологическими характеристиками, приведенными в Приложении (на 1 листах):

Метрологические характеристики \_\_\_\_\_ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская».  
диапазон измерений, характеристики погрешности измерений и (или) характеристики составляющих погрешности

Зам. директора по научной работе \_\_\_\_\_

В.Н. Яншин

«25» августа 2015 г.





Таблица 1 – Границы интервала относительной погрешности измерений электроэнергии, ее приращений за интервал времени 30 мин и средней мощности в рабочих условиях эксплуатации соответствующие  $P=0,95\%$

Номер ИК	Измеряемая величина	$\cos \varphi$	Границы интервала относительной погрешности измерений, при доверительной вероятности $P=0,95$ , %			
			При $I_{\text{нагр}} = I_{\text{ном}}$	При $I_{\text{нагр}} = 0,2 I_{\text{ном}}$	При $I_{\text{нагр}} = 0,05 I_{\text{ном}}$	При $I_{\text{нагр}} = 0,02 I_{\text{ном}}$
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60	Активная эл. энергия	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 2,6$	$\pm 2,9$	-
		0,87	$\pm 2,9$	$\pm 3,0$	$\pm 3,6$	-
		0,8	$\pm 3,1$	$\pm 3,2$	$\pm 4,0$	-
		0,5	$\pm 4,1$	$\pm 4,6$	$\pm 6,5$	-
	Реактивная эл. энергия	0,87	$\pm 5,9$	$\pm 6,2$	$\pm 7,8$	-
		0,8	$\pm 5,5$	$\pm 5,8$	$\pm 6,9$	-
		0,5	$\pm 4,8$	$\pm 4,8$	$\pm 5,3$	-
	Средняя акт. мощность	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 2,6$	$\pm 2,9$	-
27, 28, 29, 30, 57, 58	Активная эл. энергия	1,0	$\pm 2,6$	$\pm 2,6$	$\pm 3,0$	-
		0,87	$\pm 2,9$	$\pm 3,1$	$\pm 3,7$	-
		0,8	$\pm 3,2$	$\pm 3,3$	$\pm 4,1$	-
		0,5	$\pm 4,3$	$\pm 4,7$	$\pm 6,6$	-
	Реактивная эл. энергия	0,87	$\pm 4,4$	$\pm 5,2$	$\pm 8,6$	-
		0,8	$\pm 4,2$	$\pm 4,7$	$\pm 7,4$	-
		0,5	$\pm 3,9$	$\pm 4,1$	$\pm 5,8$	-
	Средняя акт. мощность	1,0	$\pm 2,6$	$\pm 2,6$	$\pm 3,0$	-

Примечание.

Номер ИК в соответствии с порядковым номером согласно Таблицы 2 Методики измерений;

$I_{\text{нагр}}$  – сила электрического тока в первичной цепи объекта;

$I_{\text{ном}}$  – номинальное значение силы электрического тока в первичной цепи объекта, для рабочих условий применения АИИС КУЭ.

Научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИМС»



Гришин М.В.



**УТВЕРЖДАЮ**

руководитель технического  
управления  
ООО «ЕЭС Гарант»



И.А. Лихачев

08 2015 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по научной работе  
ФГУП «ВНИИМС»



А.В. Латышев

08 2015 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОАО «ПТИЦЕФАБРИКА «РЕФТИНСКАЯ»**

Внесена в Федеральный информационный фонд  
по обеспечению единства измерений  
под № ФР.1.34

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
ООО «ПраймЭнерго»



С.А. Шилов

« 23 » 08 2015 г.

г. Москва  
2015 г.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### 1 РАЗРАБОТАНО

Обществом с ограниченной ответственностью «ПраймЭнерго» (ООО «ПраймЭнерго»), ИНН 7721816711,  
Юридический/фактический адрес: 109507, г. Москва, Самаркандский бульвар, д. 11, корп. 1, пом. 18.

Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

### 2 УТВЕРЖДЕНО

Заместителем директора по научной работе  
ФГУП «ВНИИМС» А.В. Латышевым

Генеральным директором  
ООО «ПраймЭнерго» С.А. Шиловым

ООО «ЕЭС.Гарант»

### 3 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ АТТЕСТОВАНА

ФГУП «ВНИИ метрологической службы», аттестат об аккредитации № 01.00225-2011  
от 29.06.2011 г., 119361, Москва, ул. Озерная, 46

указать, кем аттестована методика измерений

Свидетельство об аттестации методики измерений № 01.00225/206-171-15,  
дата выдачи «25» августа 2015 г.

### 4 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ

Приказом заместителя генерального директора Шишкина И.А.  
указать, кем введена в действие методика измерений

Приказ № 029 дата введения «27» августа 2015 г.



## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Введение</b>	<b>4</b>
<b>Область применения</b>	<b>4</b>
<b>1 Требования к погрешности измерений</b>	<b>5</b>
<b>2 Средства измерений</b>	<b>6</b>
<b>3 Метод измерений</b>	<b>16</b>
<b>4 Требования безопасности</b>	<b>23</b>
<b>5 Требования к квалификации операторов</b>	<b>23</b>
<b>6 Условия выполнения измерений</b>	<b>24</b>
<b>7 Подготовка к выполнению измерений</b>	<b>24</b>
<b>8 Выполнение измерений</b>	<b>25</b>
<b>9 Расчет характеристик погрешности измерений</b>	<b>25</b>
<b>10 Обработка результатов измерений</b>	<b>33</b>
<b>11 Оформление результатов измерений</b>	<b>35</b>
<b>12 Контроль методики измерений</b>	<b>36</b>
<b>Приложение А Список сокращений</b>	<b>38</b>
<b>Приложение Б Нормативные ссылки</b>	<b>39</b>
<b>Приложение В Однолинейная схема</b>	<b>40</b>
<b>Приложение Г Структурная схема АИИС КУЭ</b>	<b>44</b>
<b>Приложение Д Фактические и допустимые нагрузки измерительных трансформаторов</b>	<b>46</b>
<b>Приложение Е Алгоритм приведения результатов измерений АИИС КУЭ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская" к значению количества переданной (полученной) электроэнергии в точках поставки по сечению ООО "ЕЭС.Гарант" (ОАО "Птицефабрика "Рефтинская") - ОАО "ЭнергосбыТ Плюс" (ОАО "Свердловэнерго-Энергосбыт")</b>	<b>52</b>
<b>Лист регистрации изменений методики измерений</b>	<b>167</b>
<b>Лист ознакомления с методикой измерений</b>	<b>168</b>



## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящий документ устанавливает методику измерений приращений активной и реактивной электрической энергии на интервалах времени 30 мин, измерения времени и интервалов времени на объектах ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» с использованием системы автоматизированной информационно-измерительной коммерческого учета электроэнергии ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» (далее – АИИС КУЭ), рег. № \_\_\_\_\_ Государственного реестра средств измерений.

Методика измерений устанавливает совокупность измерительных компонентов АИИС КУЭ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская», а также операции и правила, применение и соблюдение которых обеспечивает получение результатов измерений электроэнергии и мощности с характеристиками погрешности измерений, не хуже указанных в свидетельстве об аттестации методики измерений и таблице 1 настоящего документа. Указанные результаты измерений могут быть использованы для коммерческих расчетов на оптовом рынке электроэнергии (далее – ОРЭ) в точках поставки электроэнергии, которые определяются в алгоритме расчета потерь.

Методика измерений обязательна к исполнению персоналом ОАО «Птицефабрика «Рефтинская».

Настоящий документ учитывает требования и основные положения ГОСТ Р 8.563-2009.

Терминология по РМГ 29-99, ГОСТ Р 8.563, ГОСТ Р 8.596.

## **ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Разработка настоящей методики измерений обусловлена необходимостью получения легитимной измерительной информации о значении количества электроэнергии при проведении торговых операций и взаимных расчетов между покупателем и продавцом на ОРЭ с помощью АИИС КУЭ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» согласно Приложению № 11.1 к Положению о порядке получения статуса субъекта оптового рынка и ведения реестра субъектов оптового рынка «Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электрической энергии (мощности). Технические требования» (далее - Технические требования).

Областью использования данной методики измерений является коммерческий учёт электроэнергии на объектах ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» с использованием АИИС КУЭ.

Измеряемыми в методике измерений величинами являются:

- 1) 30 минутные приращения активной и реактивной электроэнергии в точках измерений ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» с использованием АИИС КУЭ;
- 2) интервалы времени;
- 3) календарное время;

Областью применения методики измерений является изготовленная в соответствии с Техническими требованиями АИИС КУЭ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская».

Однолинейная и структурная схемы системы с указанием точек измерений (средств измерений) и границ балансовой принадлежности приведены в приложениях В и Г соответственно.



# 1 ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 Характеристики погрешности измерений в точках измерений электроэнергии и мощности в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ выражаются границами ( $\pm$ ) интервала относительной погрешности для вероятности  $P=0,95$  в соответствии с МИ 1317.

1.2 Характеристики приписанной относительной погрешности измерений активной и реактивной электроэнергии, приращений активной и реактивной электроэнергии за интервал времени 30 мин и средней (на интервале 30 мин) активной мощности в рабочих условиях применения АИИС КУЭ приведены в таблице 1.

Нормы относительной основной погрешности измерения активной электроэнергии на оптовом рынке электроэнергии приведены в п. 7.7 и 7.8 Приложения № 11. 1 к Положению о порядке получения статуса субъекта оптового рынка и ведению реестра субъектов оптового рынка и равны:

а.) для значений  $\cos \varphi$  в интервале 0,8 – 1 не должны превышать:

- для области нагрузок до 2% (относительная величина нагрузки трансформатора тока) не регламентируется;
- для области малых нагрузок (2 – 20% включительно) не хуже 2,9%;
- для диапазона нагрузок 20 - 120% не хуже 1,7 %;

б.) для значений  $\cos \varphi$  в интервале 0,5 – 0,8 не должны превышать:

- для области нагрузок до 2% (относительная величина нагрузки трансформатора тока) не регламентируется;
- для области малых нагрузок (2 - 20% включительно) не хуже 5,5%;
- для диапазона нагрузок 20 - 120 % не хуже 3,0%.

Рабочие условия – в соответствии с разделом 6.

1.3 Погрешность системного времени не превышает  $\pm 5$  с.

Таблица 1 - Характеристики приписанной погрешности измерений электроэнергии, ее приращений за интервал времени 30 мин и средней мощности.

Номер ИК	Измеряемая величина	$\cos \varphi$	Границы интервала относительной погрешности измерений, при доверительной вероятности $P=0,95$ , %			
			При $I_{\text{нагр}} = I_{\text{ном}}$	При $I_{\text{нагр}} = 0,2 I_{\text{ном}}$	При $I_{\text{нагр}} = 0,05 I_{\text{ном}}$	При $I_{\text{нагр}} = 0,02 I_{\text{ном}}$
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60	Активная эл. энергия	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 2,6$	$\pm 2,9$	-
		0,87	$\pm 2,9$	$\pm 3,0$	$\pm 3,6$	-
		0,8	$\pm 3,1$	$\pm 3,2$	$\pm 4,0$	-
		0,5	$\pm 4,1$	$\pm 4,6$	$\pm 6,5$	-
	Реактивная эл. энергия	0,87	$\pm 5,9$	$\pm 6,2$	$\pm 7,8$	-
		0,8	$\pm 5,5$	$\pm 5,8$	$\pm 6,9$	-
		0,5	$\pm 4,8$	$\pm 4,8$	$\pm 5,3$	-
	Средняя акт. мощность	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 2,6$	$\pm 2,9$	-
27, 28, 29, 30, 57, 58	Активная эл. энергия	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 2,6$	$\pm 3,0$
		0,87	$\pm 2,9$	$\pm 2,9$	$\pm 3,0$	$\pm 3,5$
		0,8	$\pm 3,1$	$\pm 3,1$	$\pm 3,3$	$\pm 3,9$
		0,5	$\pm 4,1$	$\pm 4,1$	$\pm 4,6$	$\pm 6,0$
	Реактивная эл. энергия	0,87	$\pm 5,9$	$\pm 5,9$	$\pm 6,3$	$\pm 7,4$
		0,8	$\pm 5,5$	$\pm 5,5$	$\pm 5,9$	$\pm 6,6$
		0,5	$\pm 4,8$	$\pm 4,8$	$\pm 4,9$	$\pm 5,2$
	Средняя акт. мощность	1,0	$\pm 2,5$	$\pm 2,5$	$\pm 2,6$	$\pm 3,0$

Примечание.

Номер ИК в соответствии с порядковым номером согласно Таблицы 2;

$I_{\text{нагр}}$  – сила электрического тока в первичной цепи объекта;

$I_{\text{ном}}$  – номинальное значение силы электрического тока в первичной цепи объекта, для рабочих условий применения АИИС КУЭ.



## 2 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При выполнении измерений по данной методики измерений в составе АИИС КУЭ применяют измерительные компоненты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Состав первого уровня ИК

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электрической энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
1	ТП-13 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т1	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5031842 Зав. № 5031838 Зав. № 5031794	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150270	активная, реактивная
2	ТП-13 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т2	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5038604 Зав. № 5038614 Зав. № 5037157	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150756	
3	ТП-12 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т3	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5039115 Зав. № 5038600 Зав. № 5039138	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153006	
4	ТП-12 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т4	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5036398 Зав. № 5036406 Зав. № 5037148	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153461	
5	ТП-11 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т5	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044725 Зав. № 5044717 Зав. № 5044715	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150342	
6	ТП-11 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т6	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044129 Зав. № 5044723 Зав. № 5045233	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150368	

Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
7	ТП-16 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т7	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045248 Зав. № 5045253 Зав. № 5045224	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151521	активная, реактивная
8	ТП-16 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т8	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044160 Зав. № 5044156 Зав. № 5044145	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151596	
9	ТП-15 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т9	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5039193 Зав. № 5039160 Зав. № 5039173	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150188	
10	ТП-15 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т10	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5039166 Зав. № 5039158 Зав. № 5039129	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153420	
11	ТП-14 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т11	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044748 Зав. № 5044730 Зав. № 5044744	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103152950	
12	ТП-14 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т12	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5036402 Зав. № 5036399 Зав. № 5037164	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103152203	



Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
13	ТП-19 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т13	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044149 Зав. № 5044152 Зав. № 5044143	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150262	активная, реактивная
14	ТП-19 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т14	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044150 Зав. № 5044155 Зав. № 5044148	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150297	
15	ТП-18 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т15	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045241 Зав. № 5045242 Зав. № 5044718	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153300	
16	ТП-18 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т16	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044734 Зав. № 5044749 Зав. № 5044142	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150391	
17	ТП-17 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т17	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044126 Зав. № 5044135 Зав. № 5044139	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153301	
18	ТП-17 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т18	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045244 Зав. № 5045231 Зав. № 5044719	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153406	

Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
19	ТП-20А 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т19	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 400/5 Зав. № 4112832 Зав. № 4112062 Зав. № 4112178	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151498	активная, реактивная
20	ТП-20 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т20	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045232 Зав. № 5044133 Зав. № 5044745	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150433	
21	ТП-6 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т21	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044158 Зав. № 5044157 Зав. № 5044147	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151631	
22	ТП-6 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т22	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044739 Зав. № 5044737 Зав. № 5044742	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151547	
23	ТП-8 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т23	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044713 Зав. № 5044727 Зав. № 5044729	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151540	
24	ТП-8 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т24	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045228 Зав. № 5044134 Зав. № 5044735	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151491	



Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
25	ТП-7 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т25	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5033659 Зав. № 5031782 Зав. № 5031831	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151638	активная, реактивная
26	ТП-7 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т26	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044724 Зав. № 5044738 Зав. № 5044714	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151507	
27	ТП-24А 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т27	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 250/5 Зав. № 3095060 Зав. № 3094479 Зав. № 3095031	-	ПСЧ-4ТМ.05М.16 Госреестр № 36355-07 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 0623120142	
28	ТП-24 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т28	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 250/5 Зав. № 3095378 Зав. № 3095080 Зав. № 3095061	-	ПСЧ-4ТМ.05М.16 Госреестр № 36355-07 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 0623120178	
29	ТП-23 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т29	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 1000/5 Зав. № 3092140 Зав. № 3092143 Зав. № 3092141	-	ПСЧ-4ТМ.05М.16 Госреестр № 36355-07 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 0623124370	
30	ТП-23 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т30	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 1000/5 Зав. № 3092139 Зав. № 3092142 Зав. № 3092120	-	ПСЧ-4ТМ.05М.16 Госреестр № 36355-07 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 0611128755	

Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
31	ТП-5 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т31	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044151 Зав. № 5044154 Зав. № 5044146	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150413	активная, реактивная
32	ТП-5 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т32	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044159 Зав. № 5044163 Зав. № 5044140	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150462	
33	ТП-4 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т33	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044130 Зав. № 5044731 Зав. № 5044736	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151479	
34	ТП-4 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т34	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 400/5 Зав. № 5012736 Зав. № 5012735 Зав. № 5012737	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151477	
35	ТП-30 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т35	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5027114 Зав. № 5027119 Зав. № 5027116	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151575	
36	ТП-30 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т36	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044161 Зав. № 5044136 Зав. № 5044138	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151591	



Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
37	ТП-2 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т37	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5037137 Зав. № 5037182 Зав. № 5036407	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150181	активная, реактивная
38	ТП-2 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т38	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5037187 Зав. № 5036400 Зав. № 5036396	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153294	
39	ТП-31 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т39	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044741 Зав. № 5044726 Зав. № 5044743	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1112142505	
40	ТП-31 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т40	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044747 Зав. № 5044722 Зав. № 5044746	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103152296	
41	ТП-1 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т41	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5037145 Зав. № 5037133 Зав. № 5037131	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150198	
42	ТП-1 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т42	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5039194 Зав. № 5039186 Зав. № 5039176	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153069	

Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
43	ТП-3 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т43	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044720 Зав. № 5044750 Зав. № 5044141	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153434	активная, реактивная
44	ТП-3 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т44	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045222 Зав. № 5045239 Зав. № 5045251	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103152224	
45	ТП-22 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т45	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5031840 Зав. № 5031786 Зав. № 5029235	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106150766	
46	ТП-22 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т46	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5040388 Зав. № 5040400 Зав. № 5040380	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151612	
47	ТП-21 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т47	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5031758 Зав. № 5033642 Зав. № 5033652	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150192	
48	ТП-21 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т48	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5037193 Зав. № 5037126 Зав. № 5037173	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151633	



Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
49	ТП-29 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т49	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5039197 Зав. № 5039184 Зав. № 5039182	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153308	активная, реактивная
50	ТП-29 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т50	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5037155 Зав. № 5037135 Зав. № 5036405	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153076	
51	ТП-32 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т51	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5039162 Зав. № 5039169 Зав. № 5039159	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153391	
52	ТП-32 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т52	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5 Зав. № 5040384 Зав. № 5040392 Зав. № 5040376	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103152359	
53	ТП-28 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т53	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045227 Зав. № 5045223 Зав. № 5045240	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151528	
54	ТП-28 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т54	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045247 Зав. № 5044732 Зав. № 5045229	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106150806	

Продолжение таблицы 2

Номер ИК	Наименование объекта	Измерительные компоненты			Вид электриче- ской энергии
		ТТ	ТН	Счетчик	
55	ТП-10 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т55	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5045254 Зав. № 5045245 Зав. № 5045234	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153658	активная, реактивная
56	ТП-10 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т56	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5 Зав. № 5044128 Зав. № 5044132 Зав. № 5044162	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1103153020	
57	ТП-9 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т57	ТШЛ-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 2500/5 Зав. № 1747 Зав. № 3495 Зав. № 3494	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150531	
58	ТП-9 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т58	ТШЛ-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 2500/5 Зав. № 3491 Зав. № 3563 Зав. № 3496	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1104150293	
59	ТП-34 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т59	ТТН125 Госреестр № 58465-14 Кл. т. 0,5 2500/5 Зав. № 1302-086029 Зав. № 1302-086032 Зав. № 1302-086031	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151463	
60	ТП-34 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т60	ТТН125 Госреестр № 58465-14 Кл. т. 0,5 2500/5 Зав. № 1302-086034 Зав. № 1302-086030 Зав. № 1302-086026	-	ПСЧ-4ТМ.05МК.16 Госреестр № 46634-11 Кл. т. 0,5S/1,0 Зав. № 1106151605	

2.2 Типы всех измерительных компонентов, входящих в состав АИИС КУЭ, утверждены (см.таблица 2 и по тексту).

2.3 Все измерительные компоненты, входящие в состав АИИС КУЭ, за исключением устройства синхронизации времени УСВ-3 стандартизованы и изготовлены в соответствии:

трансформаторы тока – ГОСТ 7746;

счетчики электрической энергии – ГОСТ Р 52323-05 в режиме измерения активной электроэнергии и ГОСТ Р 52425-2005 в режиме измерения реактивной электроэнергии.

2.4 Допускается замена измерительных компонентов АИИС КУЭ на однотипные в соответствии с указаниями описания АИИС КУЭ для Государственного реестра средств измерений.

2.5 Измерительные компоненты в составе АИИС КУЭ должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.6 Влияющие величины, определяющие условия применения измерительных компонентов, не должны выходить за пределы, указанные в их эксплуатационной документации и в разделе 6 настоящего документа.

2.7 Средства измерений (далее - СИ) для контроля параметров электроэнергии и влияющих величин, приведенные в таблице 3, должны быть поверены/калиброваны в установленном на ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» порядке.

2.8 Постоянная счетчика ПСЧ-4ТМ.05МК.16 –1250 имп/кВт·ч (имп/квар·ч), ПСЧ-4ТМ.05М.16 –1250 имп/кВт·ч (имп/квар·ч).

Таблица 3 - Средства измерений для контроля параметров электроэнергии и влияющих величин

Средство измерений	Наименование измеряемой величины	Примечание
Обозначение, тип, стандарт, ТУ либо метрологические характеристики		
Амперметр привед. погр.±1,5%, диапазон измерений 0,05-10 А;	Сила электрического тока в измерительной цепи счетчика	Параметр в точке измерений электроэнергии
Вольтметр привед. погр. ±1,5%, диапазон измерений 50-120 В	Напряжение на вторичной обмотке ТН	Параметр в точке измерений электроэнергии
Фазометр привед. погр. ± 3,0 %, диапазон измерений 0,5 емк. и 1...0,5 инд.	Коэффициент мощности	Параметр в точке измерений электроэнергии
Частотомер относит. погр. ± 0,02 %, диапазон измерений 40-60 Гц;	Частота сети	Параметр в точке измерений электроэнергии
Термометр абсол. погр. ± 2 °С, диапазон измер. от минус 30 до + 50 °С	Температура окружающего воздуха	Влияющая величина
Тесламетр диапазон измерений (0,01...10) мТл относительная погрешность ± 2 %	Индукция магнитного поля	Влияющая величина

### 3 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

3.1 Измерения электроэнергии выполняют косвенным методом посредством сложного измерительного канала АИИС КУЭ.

АИИС КУЭ включает в себя следующие уровни:

Первый уровень состоит из измерительных трансформаторов тока (далее - ТТ) класса точности 0,5 и 0,5S по ГОСТ 7746-2001 и счетчиков активной и реактивной электрической энергии типа ПСЧ-4ТМ.05МК.16 и ПСЧ-4ТМ.05М.16 класса точности 0,5S по ГОСТ Р 52323-05 в части активной электроэнергии и 1,0 по ГОСТ Р 52425-2005 в части реактивной электроэнергии, вторичных измерительных цепей и технических средств приема-передачи данных.



Второй уровень – информационно - вычислительный комплекс (далее – ИВК), обеспечивающий выполнение следующих функций:

- сбор информации от счетчиков АИИС КУЭ (результаты измерений, журнал событий);
- обработку данных и их архивирование;
- хранение информации в базе данных сервера ИВК;
- доступ к информации и ее передачу в организации - участники оптового рынка электроэнергии (далее – ОРЭ) и другие заинтересованные организации;
- передача информации в ОАО «АТС».

ИВК состоит из серверов сбора и базы данных, устройства синхронизации времени УСВ-3, автоматизированных рабочих мест (далее - АРМ) персонала и программного обеспечения (далее - ПО) «Энергосфера», версия 7.1.

Измерительные каналы (далее – ИК) АИИС КУЭ включают в себя первый и второй уровни АИИС КУЭ.

Первичные фазные токи и напряжения преобразуются измерительными трансформаторами в аналоговые сигналы низкого уровня, которые по проводным линиям связи поступают на соответствующие входы электронного счетчика электрической энергии. В счетчике мгновенные значения аналоговых сигналов преобразуются в цифровой сигнал. По мгновенным значениям силы электрического тока и напряжения в микропроцессоре счетчика вычисляются усредненные значения активной мощности и среднеквадратические значения напряжения и тока за период 0,02 с. По вычисленным среднеквадратическим значениям тока и напряжения производится вычисление полной мощности за период. Средняя за период реактивная мощность вычисляется по средним за период значениям активной и полной мощности.

Электрическая энергия, как интеграл по времени от средней за период 0,02 с мощности, вычисляется для интервалов времени 30 мин.

Средняя активная (реактивная) электрическая мощность вычисляется как среднее значение мощности на интервале времени усреднения 30 мин.

ИВК автоматически опрашивает счетчики АИИС КУЭ. В ИВК информация о результатах измерений приращений потребленной электрической энергии автоматически формируется в архивы (с учетом коэффициентов трансформации ТТ) и сохраняется на глубину не менее 3,5 лет по каждому параметру. Сформированные архивные файлы автоматически сохраняются на «жестком» диске.

ИВК автоматически формирует файл отчета с результатами измерений, в формате XML, и автоматически передает его в интегрированную автоматизированную систему управления коммерческим учетом (далее - ИАСУ КУ) ОАО «АТС».

3.2 АИИС КУЭ имеет систему обеспечения единого времени (СОЕВ). СОЕВ включает в себя устройство синхронизации времени УСВ-3 (Госреестр № 51644-12), ИВК, счетчики электрической энергии. Корректировка часов ИВК выполняется автоматически от УСВ-3 каждую секунду. В комплект УСВ-3 входят антенный блок для наружной установки и блок питания с интерфейсами.

Контроль времени в часах счетчиков АИИС КУЭ автоматически выполняет ИВК, при каждом сеансе опроса (один раз в 30 мин), корректировка часов счетчиков выполняется автоматически в случае расхождения времени часов в счетчике и ИВК на величину более  $\pm 2$  с. Допускаемая нестабильность времени счетчика в нормальных условиях  $\Delta_{сч} = \pm 0,5$  с/сут. Изменение точности хода часов счетчиков в диапазоне рабочих температур -  $\Delta_{сч}^{доп} = \pm 0,1$  с/°C/сут. Уход времени счетчика на интервале времени сличения счетчиков и ИВК при отклонении температуры от нормального значения на 63 °C не превышает  $\pm 0,13$  с.

Погрешность часов компонентов АИИС КУЭ не превышает  $\pm 5$  с.

Расчет суммарной погрешности системного времени АИИС КУЭ выполняют по формуле:

$$\Delta \tau = \pm 1,1 \sqrt{\Delta \tau_{ИВК}^2 + \Delta \tau_{Син.ИВК}^2 + \Delta \tau_{Счет}^2 + \Delta \tau_{Синх.Счет}^2} \quad (3-1)$$

где

- $\Delta \tau_{ИВК}$  — пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации ИВК от УСВ–3, с;  
 $\Delta \tau_{СинИВКЦСОД}$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности хода внутренних часов ИВК за период синхронизации, с;  
 $\Delta \tau_{Счет}$  — пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации счетчика, с;  
 $\Delta \tau_{Синх.Счет}$  — пределы допускаемой абсолютной погрешности хода внутренних часов счетчика за период синхронизации, с;

Суммарная погрешность системного времени:

$$\Delta \tau = \sqrt{0,1^2 + 1,0^2 + 2,0^2 + \frac{(0,5 + 0,1 \cdot 63)^2}{48}} \approx 2,42 [с]$$

Суммарная погрешность системного времени не превышает  $\pm 5$  с.

3.3 Номинальная функция вычисления электроэнергии (W) в АИИС КУЭ по каждой точке измерений, кВт·ч (квар·ч) за учетный период 30 мин, с преобразованием в именованные величины имеет вид:

$$W = K_E \cdot N_{30} \cdot K_{ТТ} \cdot K_{ТН} \quad (3-2)$$

где  $K_E$  – постоянная счетчика, выраженная в кВт·ч /имп., квар·ч/имп.;

$N_{30}$  – количество импульсов, накопленное в счетчике за 30 мин.;

$K_{ТТ}$  – коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока.

$K_{ТН}$  - коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения.

3.4 При отказе одного или нескольких ИК АИИС КУЭ допускается временно, на время восстановительных работ использовать для коммерческих расчётов один из замещающих методов.

Примечание - Критерием отказа АИИС КУЭ является непредоставление результатов измерений в ОАО «АТС» по любому ИК в течение 3-х рабочих дней.

Критерием отказа ИК является невозможность получения результатов измерений за один и более учетных периодов измерений (30 мин) в базе данных сервера в штатном режиме.

При отказе ИК замещение информации производится следующими методами:

3.4.1 В случае нарушения каналов связи, с каким-либо устройством АИИС КУЭ, имеется возможность считать данные непосредственно со счетчика, используя переносной компьютер (ноутбук) и устройство сопряжения оптическое для связи со счетчиком. После считывания данные импортируются в основную базу данных, а пробелы в недостающих данных замещаются в соответствии с существующими алгоритмами. Данную операцию производят лица из числа оперативного персонала, эксплуатирующего АИИС КУЭ.

3.4.2 Метод измерений электроэнергии с последующим вычислением среднего значения за четыре предшествующих типовых дня, на основе измеренных значений и хранящихся в сервере АИИС КУЭ.

При отказе какого-либо измерительного канала АИИС КУЭ допускается временно, на время восстановительных работ, использовать для коммерческих расчетов статистическую информацию, рассчитанную на основе измеренных данных с использованием АИИС КУЭ, полученных в период, непосредственно предшествующий моменту отказа (данные, хранящиеся в памяти микропроцессора счетчика, записи в оперативных журналах и т.п.). Критерием опреде-

ления статуса некоммерческой информации является нарушение требований к условиям, методам и средствам проведения измерений, указанным в методике измерений. Функция не автоматизирована. Решение о переходе на замещение информации принимается оператором АИИС КУЭ. Применимо для всех ИК АИИС КУЭ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская».

Метод применяют:

- при наличии по данному присоединению типового режима электропотребления;
- для присоединений или групп присоединений потребителей при отсутствии реверсивного перетока электроэнергии;
- при относительной погрешности менее 10% от среднего значения в ряду значений по точке поставки за аналогичный интервал для четырех типовых предшествующих дней с не нулевым значением;
- если самое раннее в ряду значение по времени стоит от расчетной даты не более чем на 28 календарных суток.

3.5.1 Группируют дни, в течение которых измерительный канал был выведен из работы, по признаку повторяемости графика нагрузки в данной точке измерений в предшествовавший отказу период работы:

- 1-я группа – понедельник;
- 2-я группа – вторник, среда, четверг;
- 3-я группа – пятница;
- 4-я группа – суббота;
- 5-я группа – воскресенье, выходные дни.

*Примечание* – в зависимости от особенностей режима работы объектов для отдельных точек измерений, соответствующих этим объектам, ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» по согласованию с организациями – участниками оптового рынка электроэнергии организацией могут устанавливаться иные группы дней.

3.5.2 Разделяют интервал времени, в течение которых измерительный канал был выведен из работы, на  $m$  получасовых интервалов.

3.5.3 По данным, зарегистрированным АИИС КУЭ, для каждой группы дней определяют измеренные получасовые значения  $W_{j,i,k}$  электроэнергии, генерированной (потребленной) в каждый из  $n$  дней, непосредственно предшествовавших отказу, где  $j$  – порядковый номер группы,  $i$  – порядковый номер дня в группе,  $k$  – порядковый номер получасового интервала ( $k=1 \dots m$ ). Количество дней  $n \geq 4$  должно быть одинаковым для всех групп дней.

3.5.4 Для каждого  $k$ -го интервала в  $j$ -ой группе дней вычисляют:

- среднее на интервале  $n$  дней значение получасового измеренного потребления (отдачи) электроэнергии:

$$\bar{W}_{j,k} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{j,i,k}}{n} \quad (3-3)$$

- оценку среднеквадратического отклонения на интервале  $n$  дней получасового измеренного потребления (отдачи) электроэнергии:

$$\tilde{\sigma}_{j,k} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (W_{j,i,k} - \bar{W}_{j,k})^2}{n-1}} \quad (3-4)$$

- границы интервала, соответствующего вероятности 0,95, относительной погрешности определения среднего на интервале  $n$  дней значения получасового измеренного потребления (отдачи) электроэнергии:



$$\delta_{\bar{W}_{j,k}} = \pm \sqrt{\frac{4}{n} \left( \frac{100 \tilde{\sigma}_{j,k}}{\bar{W}_{j,k}} \right)^2 + \delta_{W_{j,k}}^2} \quad (3-5)$$

где  $\delta_{W_{j,k}}$  – характеристика погрешности измерений для данного канала, выбранная в соответствии с разделом 10, для  $k$ -го интервала в  $j$ -ой группе дней, для худшего за период  $n$  суток режима измерений (т.е. для наименьших значений  $\cos \varphi$  и силы электрического тока).

3.5.5 Если для всех групп дней выполняется условие  $\delta_{\bar{W}_{j,k}} \leq 10\%$ , то электроэнергию  $W_{j,k}$ , потребленную за  $k$ -ый получасовой интервал, в течение которого измерительный канал был выведен из работы, определяют по формуле:

$$W_{j,k} = \bar{W}_{j,k} \quad (3-6)$$

3.5.6 Повторяют операции по п. 3.6.1-3.6.5 для каждого получасового интервала, в течение которого измерительный канал был выведен из работы.

3.5.7 Вычисляют границы интервала, соответствующего вероятности 0,95, абсолютной погрешности определения значения электроэнергии за период, в течение которого измерительный канал был выведен из работы, соответствующий  $m$  получасам:

$$\Delta_{\bar{W}_j} = \pm 0,01 \sqrt{\sum_{k=1}^m (\delta_{\bar{W}_{j,k}} \cdot \bar{W}_{j,k})^2} \quad (3-7)$$

3.5.8 Вычисляют границы интервала, соответствующего вероятности 0,95, относительной погрешности определения значения электроэнергии за период, в течение которого измерительный канал был выведен из работы, соответствующий  $m$  получасам:

$$\delta_{\bar{W}_j} = \frac{\Delta_{\bar{W}_j}}{\bar{W}_j} \cdot 100\% \quad (3-8)$$

$$\text{где } \bar{W}_j = \sum_{k=1}^m \bar{W}_{j,k} \quad (3-9)$$

3.5.9 Если выполняется условие  $\delta_{\bar{W}_j} \leq 10\%$ , то электроэнергию  $W_j$ , потребленную за период, в течение которого измерительный канал был выведен из работы, соответствующий  $m$ -получасовым интервалам, определяют по формуле (3-9).

Пример:

Допустим, отсутствует часовое значение электроэнергии за пятницу с 14-30 до 15-30 по ТП-14 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т11 (11).

1. Значение электроэнергии за предыдущие четыре пятницы за интервал времени  $k=1$  (с 14-30 до 15-00) равны:

$$1.1) W_{3,1,1} = 71 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,1,1} = 28 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,1,1} = \frac{\sqrt{71^2 + 28^2}}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5} = 231,28 \text{ А};$$

$$I_{\text{нагр, \%}} = \frac{231,28}{600} = 0,39 I_{\text{ном}}$$

$$\cos \varphi_{3,1,1} = \frac{71}{\sqrt{71^2 + 28^2}} = 0,93$$

$$\delta_{W_{A,1}} = \pm 3,0\%;$$

$$W_{3,2,1} = 75 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,2,1} = 31 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,2,1} = 245,9 \text{ A};$$

$$\overline{I_{\text{нагр},\%}} = 0,41 I_{\text{ном}}$$

$$\overline{\cos \varphi_{3,2,1}} = 0,92$$

$$\delta_{W_{A,2}} = \pm 3,0\%;$$

$$W_{3,3,1} = 68 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,3,1} = 26 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,3,1} = 220,61 \text{ A};$$

$$\overline{I_{\text{нагр},\%}} = 0,37 I_{\text{ном}}$$

$$\overline{\cos \varphi_{3,3,1}} = 0,93$$

$$\delta_{W_{A,3}} = \pm 3,0 \text{ } \%;$$

$$W_{3,4,1} = 65 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,4,1} = 24 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,3,1} = 210 \text{ A};$$

$$\overline{I_{\text{нагр},\%}} = 0,35 I_{\text{ном}}$$

$$\overline{\cos \varphi_{3,4,1}} = 0,94$$

$$\delta_{W_{A,4}} = \pm 3,0 \text{ } \%;$$

$$1.2) \overline{W}_{3,1} = \frac{71 + 75 + 68 + 65}{4} = 69,75 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$1.3) \tilde{\sigma}_{3,1} = 4,27 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$1.4) \delta_{\overline{W}_{3,1}} = \pm \sqrt{\frac{4}{4} \left( \frac{100 \cdot 4,27}{69,75} \right)^2 + 3,0^2} = 6,8\%$$

т.к.  $\delta_{\overline{W}_{3,1}} = |6,8| < |10|$  - в данном случае этот метод применим.

$$1.5) W_{A 3,1} = \overline{W}_{3,1} = 69,75 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

2. Значение электроэнергии за предыдущие четыре пятницы за интервал времени  $k=2$  (с 15-00 до 15-30) равны:

$$2.1) W_{3,1,2} = 72 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,1,2} = 29 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,1,2} = \frac{\sqrt{72^2 + 29^2}}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,5} = 235,21 \text{ A};$$

$$\overline{I_{\text{нагр},\%}} = \frac{235,21}{600} = 0,39 I_{\text{ном}}$$

$$\overline{\cos \varphi_{3,1,2}} = \frac{72}{\sqrt{72^2 + 29^2}} = 0,93$$

$$\delta_{W_{A,1}} = \pm 3,0\%;$$

$$W_{3,2,2} = 69 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,2,2} = 27 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,2,2} = 224,53 \text{ A};$$

$$\overline{I_{\text{нагр},\%}} = 0,37 I_{\text{ном}}$$

$$\overline{\cos \varphi_{3,2,2}} = 0,93$$

$$\delta_{W_{A,2}} = \pm 3,0\%;$$

$$W_{3,2,3} = 67 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,2,3} = 25 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,2,3} = 216,70 \text{ A};$$

$$\frac{I_{\text{нагр, \%}}}{\cos \varphi_{3,2,3}} = 0,36 I_{\text{ном}}$$

$$\cos \varphi_{3,2,3} = 0,96$$

$$\delta_{W_{A,3}} = \pm 3,0\%;$$

$$W_{3,2,4} = 70 \text{ кВт}\cdot\text{ч}; W_{Q3,2,4} = 31 \text{ квар}\cdot\text{ч};$$

$$\bar{I}_{3,2,4} = 231,99 \text{ A};$$

$$\frac{I_{\text{нагр, \%}}}{\cos \varphi_{3,2,4}} = 0,39 I_{\text{ном}}$$

$$\cos \varphi_{3,2,4} = 0,91$$

$$\delta_{W_{A,4}} = \pm 3,0\%;$$

$$2.2) \bar{W}_{3,2} = \frac{72 + 69 + 67 + 70}{4} = 69,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$2.3) \tilde{\sigma}_{3,2} = 2,08 \text{ кВт}\cdot\text{ч};$$

$$2.4) \delta_{\bar{W}_{3,2}} = \pm \sqrt{\frac{4}{4} \left( \frac{100 \cdot 2,08}{69,5} \right)^2 + 3,0^2} = 3,5\%$$

т.к.  $\delta_{\bar{W}_{3,2}} = 3,8 < 10$  - в данном случае этот метод применим.

$$3. \Delta_{\bar{W}_j} = \pm 0,01 \sqrt{(6,8 \cdot 69,75)^2 + (3,5 \cdot 69,5)^2} = 5,25 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

$$4. \delta_{\bar{W}_{3,2}} = \frac{\Delta_{\bar{W}_3}}{\sum_{k=1}^m \bar{W}_{3,k}} \cdot 100\% = \frac{5,25}{139,25} \cdot 100\% = 3,7\%$$

$$5. W_A = \sum_{k=1}^{m=2} \bar{W}_{3,k} = 69,75 + 69,5 = 139,25.$$

3.6 Метод измерений электроэнергии с использованием результатов контрольных измерений.

Метод применяют в соответствии с нормативными документами энергоснабжающей организации.

При этом результат измерений электроэнергии, кВт·ч, вычисляют по формуле:

$$W = (W_{\text{ЗИМ}}, W_{\text{ЛЕТ}})_{\text{max}} \cdot m \quad (3-10)$$

где  $W_{\text{ЗИМ}}$  и  $W_{\text{ЛЕТ}}$  – результаты измерений электроэнергии в дни зимнего максимума и летнего минимума, соответственно, кВт·ч;

$m = 1$  ч – расчетный интервал времени на ОРЭ.

3.6.1 Значения погрешностей  $\Delta_{W_{\text{ЗИМ}}}$  и  $\Delta_{W_{\text{ЛЕТ}}}$  вычисляют с учетом следующих пунктов:

3.6.1.1 Границы приписанной абсолютной погрешности измерений электроэнергии  $\Delta_w$ , кВт·ч, с заданной доверительной вероятностью,  $P=0,95$ , вычисляют по формуле:

$$\Delta_w = \pm \frac{\delta_w \cdot W}{100\%} \quad (3-11)$$

где  $W$  – результат измерений электроэнергии за интервал времени измерений  $\Delta T$ , вычисляемый в соответствии с (3-10), кВт·ч;

$\delta_w$  – характеристики погрешности измерений для данного канала, выбранные в соответствии с разделом 11.

3.6.1.2 Границы приписанных абсолютной, кВт·ч и относительной, % погрешностей измерений электроэнергии за расчетный интервал времени, равный 1 ч, вычисляют по формулам:



$$\Delta_{w1ч} = \pm \sum_{i=1}^N |\Delta_{w_i}| \quad (3-12)$$

$$\delta_{w1ч} = \pm \frac{\Delta_{w1ч}}{W} 100\% \quad (3-13)$$

где  $\Delta_{w_i}$  – границы  $i$ -х приписанных абсолютных погрешностей измерений, кВт·ч электроэнергии на  $N$  интервалах времени измерений;

$N = 60/\Delta T$  – целое число интервалов времени измерений  $\Delta T$ , укладываемое в интервал времени, равный 1 ч; при этом  $\Delta T$  выражают в минутах.

3.6.1.3 Исходными данными по этому методу являются данные ежегодных контрольных замеров активной мощности в дни зимнего максимума и летнего минимума по точке измерений. Данные ежегодных контрольных замеров должны быть получены для каждого канала измерений на основании измерений с использованием АИИС КУЭ.

Дополнительные условия и правила:

- при отсутствии почасовых данных контрольных замеров, в качестве исходных данных берется максимальное значение по дню контрольного замера;
- данные контрольных замеров приведены к московскому зимнему времени.

Относительная погрешность определения значения этим методом не превышает 30% от максимального значения в день контрольного замера.

Пример:

Допустим, отсутствует часовое значение электроэнергии по ТП-14 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т11 (11). В архиве значений АИИС КУЭ есть значения летнего максимума по этому присоединению

$W_{\text{ЛЕТmax}} = 10600 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  и значения зимнего максимума по этому присоединению

$W_{\text{ЗИМmax}} = 11000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$

$W = (10600, 11000)_{\text{max}} \cdot 1 = 11000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ .

Или 5500 кВт за каждый получасовой интервал интересующего часового значения.

В соответствии с таблицей раздела 11:  $\delta_{p1} = \delta_{p2} = 6,5\%$

$\Delta_{w1} = \Delta_{w2} = \pm \frac{6,5 \cdot 5500}{100\%} = 357,5 \text{ кВт за } 0,5 \text{ часа}$

$\delta_{w1ч} = \pm \frac{357,5 + 357,5}{11000} 100\% = \pm 6,5\%$ .

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При выполнении измерений электроэнергии по данной методике измерений соблюдают требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 12.2.007.0, «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (от 24 июля 2013 г. N 328н).

4.2 Счетчики в эксплуатации должны соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.1.038 и ГОСТ 26104. По способам защиты человека от поражения электрическим током счётчики в эксплуатации должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

4.3 Металлический цоколь счётчика должен быть заземлен. Требования к зажимам заземления должны соответствовать эксплуатационной документации счётчика, соответственно.

4.4 Все зажимы, находящиеся в зажимной колодке счётчика, должны закрываться крышкой, приспособленной для опломбирования. Крышка должна закрывать нижние винты крепления счётчика к щиту, а также подводимые к счётчику провода не менее чем на 25 мм.

4.5 ТТ в эксплуатации должны соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.3 и ГОСТ 12.2.007.0. Вторичные обмотки ТТ должны быть заземлены.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ**

5.1 К обслуживанию АИИС КУЭ в эксплуатации допускаются лица, подготовленные в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (от 24 июля 2013 г. N 328н), имеющие квалификационную группу не ниже III и обученные выполнению измерений при учёте электроэнергии с использованием АИИС КУЭ ОАО «Птицефабрика «Рефтинская».

5.2 К ручной обработке результатов измерений по алгоритмам, не предусмотренным программным обеспечением АИИС КУЭ, допускаются лица с образованием не ниже среднего специального.

## **6 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

6.1 При выполнении измерений параметры электроэнергии контролируемых присоединений в точках измерений должны находиться в пределах:

- сила электрического тока  $2 (5) - 120\%$  от номинального значения силы первичного тока ТТ;
- напряжение  $(0,9 - 1,1) U_{\text{ном}}$ ;
- частота  $(0,95 - 1,05) f_{\text{ном}}$ ;
- коэффициент мощности от 0,5 инд до 1,0.

Режим работы сети полнофазный, симметричный, высшие гармоники отсутствуют.

6.2 Температура окружающего воздуха в местах наружного расположения измерительных компонентов АИИС КУЭ не должна выходить за пределы (минус 40 ... 50) °С, относительная влажность в местах расположения счетчиков не более 98 % при 35 °С. Фактическая температура окружающего воздуха в месте расположения счетчиков электроэнергии находится в пределах от минус 40 °С до 50 °С.

6.3 Индукция внешнего магнитного поля, создаваемого током частоты, одинаковой с частотой подаваемого на счетчик напряжения, в местах расположения счетчиков не превышает 0,5 мТл.

6.4 Нагрузка на вторичные цепи ТТ находится в допускаемых пределах, установленных в технической документации измерительные трансформаторы. Фактические нагрузки приведены в Приложении Д.

## **7 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 Выполняют все организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность выполнения измерений.

7.2 Проверяют правильность размещения и номенклатуру измерительных компонентов, входящих в состав АИИС КУЭ, на соответствие утверждённой для энергообъекта схеме размещения. Проверяют соответствие заводских номеров и классов точности измерительных компонентов АИИС КУЭ, указанным в Описании для Государственного реестра средств измерений «Система автоматизированная информационно-измерительная коммерческого учета электроэнергии ОАО «Птицефабрика «Рефтинская». Проверяют правильность всех электрических соединений с учетом полярности обмоток измерительных трансформаторов.

7.3 Проверяют целостность корпуса счётчиков электроэнергии.

7.4 Проверяют целостность пломб Росстандарта на креплении кожуха и пломб энергоснабжающей организации на крышке колодки зажимов счётчика и испытательной коробки.

7.5 Проверяют наличие технического паспорта-протокола на измерительные каналы АИИС КУЭ.

7.6 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке АИИС КУЭ.

7.7 Проверяют качество всех электрических соединений в схеме АИИС КУЭ при обесточенной питающей сети. Проверяют наличие записи на щитке счётчиков коэффициентов трансформации ТТ, к которым подключён счётчик, а также записи множителя, равного произведению этих коэффициентов, а также значения этих величин в памяти сервера БД ИВК.

7.8 Определяют фактические нагрузки вторичных цепей ТТ и оформляют протоколы. Измерения выполняют по аттестованной методики измерений.

7.9 Проверяют соответствие фактических условий применения измерительных компонентов, входящих в состав АИИС КУЭ, требованиям, указанным в разделе 6 настоящего документа.

7.10 Записывают в журнал фактические значения параметров контролируемых присоединений, влияющих величин, фактических нагрузок вторичных цепей ТТ.

7.11 При отклонении параметров контролируемых присоединений, рабочих условий применения измерительных компонентов, нагрузок вторичных цепей ТТ за пределы допускаемых значений проводят мероприятия по обеспечению требуемых условий выполнения измерений.

7.12 Проверяют корректировку часов компонентов АИИС КУЭ. Включают радиоприемник, настроенный на радиостанцию, передающую сигналы точного времени, и в конце любого часа проверяют показание часов: смена показаний часов на 00 мин 00 с должна произойти по 6-му сигналу точного времени.

7.13 Распечатывают журнал событий счетчика и сервера АИИС КУЭ, выделив события, соответствующие сличению часов корректируемого и корректирующего компонента. Расхождение времени часов корректируемого и корректирующего компонента в момент, предшествующий корректировке не должно превышать предела допускаемого расхождения, указанного в проекте описания типа.

## **8 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Измерения активной и реактивной электрической энергии, и средней активной мощности осуществляются автоматически в соответствии с программным обеспечением АИИС КУЭ.

В процессе выполнения измерений автоматически в базе данных сервера фиксируют следующие показатели:

- значение измеренной активной электроэнергии;
- значение измеренной реактивной электроэнергии;
- календарное время выполнения измерений (в виде интервала времени);
- наименование (обозначение) канала учета;
- номер измерения на контролируемом присоединении;
- дискретность учёта (интервальное значение времени измерений);

8.2 Проводят с периодичностью один раз за 30 мин измерения активной и реактивной электроэнергии, при этом расчетный период составляет один час.

8.3 Значения средней активной мощности и параметры контролируемого присоединения и внешние влияющие величины измеряют и регистрируют с периодичностью, устанавливаемой администрацией ОАО «Птицефабрика «Рефтинская».

## **9 РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 Расчет характеристик погрешности измерений электроэнергии выполнен для различных режимов работы объекта по нагрузке:  $I_{нагр} = I_{ном}$ ;  $I_{нагр} = 0,2I_{ном}$ ;  $I_{нагр} = 0,05I_{ном}$ ;  $I_{нагр} = 0,02I_{ном}$

где  $I_{нагр}$  – сила электрического тока в первичной цепи объекта;

$I_{ном}$  – номинальное значение силы электрического тока в первичной цепи объекта, для рабочих условий применения АИИС КУЭ в соответствии с разделом 6.



9.2 Расчет характеристик погрешности измерений активной электроэнергии (границы  $\pm \delta_{w_A}$  интервала относительной погрешности измерений, соответствующие вероятности  $P=0,95$ ), выполняют по формуле

$$\delta_{w_A} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_I^2 + \delta_U^2 + \delta_{\theta_A}^2 + \delta_{сч.о}^2 + (K_T \cdot \Delta T)^2 + \delta_{сU}^2 + \delta_{cf}^2 + \delta_{см}^2 + \delta_l^2}, \quad (9-1)$$

где  $\delta_I$  — предел допускаемой токовой погрешности ТТ, % относ.;

$\delta_U$  — предел допускаемой погрешности напряжения ТН, % относ.;

$\delta_{\theta_A}$  — границы интервала относительной погрешности измерения активной электроэнергии, обусловленной угловыми погрешностями измерительных трансформаторов в, % относ.;

$\delta_{сч.о}$  — предел допускаемой основной погрешности счетчика в режиме измерения активной электроэнергии, % относ.;

$K_T$  — коэффициент влияния на погрешность счетчика отклонения температуры окружающего воздуха ( $\Delta T$ ) от нормального значения, %/°C;

$\delta_{сU}$  — предел допускаемой дополнительной погрешности счетчика, вызванной отклонением на 10% напряжения в измерительной цепи счетчика от номинального значения, % относ.;

$\delta_{cf}$  — предел допускаемой дополнительной погрешности счетчика, вызванной отклонением частоты сети на 5% от номинального значения, % относ.;

$\delta_{см}$  — предел допускаемой дополнительной погрешности счетчика, вызванной влиянием внешнего магнитного поля, создаваемого током частоты, одинаковой с частотой подаваемого на счетчик напряжения, %/0,5 мТл;

$\delta_l$  — погрешность, обусловленная потерями напряжения в линии связи между ТН и счетчиком, % относ.

9.3 Расчет характеристик погрешности измерений реактивной электроэнергии (границы  $\pm \delta_{w_p}$  интервала относительной погрешности измерений, соответствующие вероятности  $P=0,95$ ) выполняют по формуле:

$$\delta_{w_p} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_I^2 + \delta_U^2 + \delta_{\theta_p}^2 + \delta_{сч.о}^2 + (K_T \cdot \Delta T)^2 + \delta_{cf}^2 + \delta_{см}^2 + \delta_l^2}, \quad (9-2)$$

где  $\delta_I$ ,  $\delta_U$ ,  $K_T$ ,  $\Delta T$ ,  $\delta_{cf}$ ,  $\delta_{см}$ ,  $\delta_l$  — те же характеристики, что в (9-1);

$\delta_{сч.о}$  — предел допускаемой основной погрешности счетчика в режиме измерения реактивной электроэнергии, % относ.;

$\delta_{\theta_p}$  — границы интервала относительной погрешности измерения реактивной электроэнергии, обусловленной угловыми погрешностями измерительных трансформаторов в, % относ.

#### Измерительные трансформаторы

9.4 Пределы допускаемой токовой погрешности  $\delta_I$  и пределы допускаемой угловой погрешности  $\theta_I$  ТТ указаны в п.6.4.2 таблица 8 ГОСТ 7746. Значения указанных характеристик погрешности для ТТ класса точности 0,5 и 0,5S по ГОСТ 7746 для выбранных режимов работы объекта по нагрузке (п.9.1) приведены в таблицах 5 и 6 настоящего документа.

9.5 Границы интервала относительной погрешности измерения активной электроэнергии, обусловленной угловыми погрешностями измерительных трансформаторов, вычисляются по формуле:

$$\delta_{\theta_A} = 0,029 \cdot \theta_{\Sigma} \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}, \quad (9-3)$$

измерения реактивной электроэнергии по формуле:

$$\delta_{\theta_p} = 0,029 \cdot \theta_{\Sigma} \cdot \frac{\cos \varphi}{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}, \quad (9-4)$$

$$\text{где} \quad \theta_{\Sigma} = \sqrt{\theta_I^2 + \theta_U^2}, \quad (9-5)$$

$\theta_I, \theta_U$  - пределы допускаемой угловой погрешности ТТ и ТН, соответственно;

$\cos \varphi$  - среднее фактическое значение коэффициента мощности на объекте (раздел 6).

Вычисленные значения  $\delta_{\theta}$  приведены в таблицах 5 и 6 для активной и реактивной электроэнергии.

#### Счетчики в режиме измерения активной электроэнергии (ГОСТ Р 52323)

9.6 Пределы допускаемой основной погрешности счетчика  $\delta_{\text{сч.о}}$  указаны в п. 8.1 таблице 4 ГОСТ Р 52323. Значения этой метрологической характеристики для счетчиков класса точности 0,5S по ГОСТ Р 52323 для выбранных режимов работы объекта по нагрузке и коэффициентов мощности  $\cos \varphi = 1,0$ ,  $\cos \varphi = 0,87$  инд.,  $\cos \varphi = 0,8$  и  $\cos \varphi = 0,5$ , вычисленные методом линейной интерполяции, приведены в таблице 5.

Таблица 4. Формулы интерполяции для основной погрешности счетчиков электроэнергии.

Класс точности	Поддиапазон силы электрического тока в долях от $I_n$	Интерполяционные формулы для $\delta_{\text{сч.о}}$
0,5S	0,1 ÷ 1,2	0,7 – 0,2 $\cos \varphi_{\text{инд}}$
	0,05 ÷ 0,0(9)	1,5 – $\cos \varphi_{\text{инд}}$
	0,02 ÷ 0,04(9)	1,0

9.7 Коэффициент влияния  $K_t$  на погрешность счетчика, отклонения температуры окружающего воздуха от нормального значения, указан в п.8.2 таблице 6 ГОСТ Р 52323. Значения  $K_t$  для счетчиков класса точности 0,5S вычисленные методом линейной интерполяции для фактических условий измерений, приведены в таблице 5.

Формулы интерполяции для счетчиков класса точности: 0,5S  $K_t = 0,07 - 0,04 \cos \varphi_{\text{инд}}$

Фактическое наибольшее отклонение температуры окружающего воздуха от нормального значения составляет 63 °С (раздел 6).

9.8 Пределы допускаемой дополнительной погрешности счетчика  $\delta_{\text{су}}$ , вызванной отклонением напряжения в измерительной цепи счетчика от номинального значения на  $\pm 10\%$ , для режима измерения активной электроэнергии указаны в п.8.2 таблице 6 ГОСТ Р 52323. Фактическое отклонение напряжения не выходит за указанные пределы (раздел 6). Значения  $\delta_{\text{су}}$  для счетчиков класса точности 0,5S и фактических условий измерений вычислены методом линейной интерполяции (таблица 5).

9.9 Пределы допускаемой дополнительной погрешности счетчика  $\delta_{\text{сф}}$ , вызванной отклонением частоты сети от номинального значения на  $\pm 2\%$ , указаны в п.8.2 таблице 6 ГОСТ Р 52323. Фактическое отклонение частоты сети не выходит за указанные пределы. Значения  $\delta_{\text{сф}}$  для счетчиков класса точности 0,5S принятые для расчета, приведены в таблице 5.

9.10 Предел допускаемой дополнительной погрешности счетчика, вызванной влиянием внешнего магнитного поля  $\delta_{\text{см}}$ , создаваемого током частоты, одинаковой с частотой подаваемого на счетчик напряжения, индукцией 0,5 мТл, указан в п.8.2 таблице 6 ГОСТ Р 52323. Значения  $\delta_{\text{см}}$ , принятые для расчета погрешности измерений, для счетчиков класса точности 0,5S указаны в таблице 5.

#### Счетчики в режиме измерения реактивной электроэнергии (ГОСТ Р 52425)

9.11 Пределы допускаемой основной погрешности счетчика  $\delta_{\text{сч.о}}$  указаны в п.8.1 таблице 6 ГОСТ Р 52425. Значения этой метрологической характеристики для счетчиков класса точности 1,0 по ГОСТ Р 52425 для выбранных режимов работы объекта по нагрузке и коэффициентов мощности  $\cos \varphi = 1,0$ ,  $\cos \varphi = 0,87$  инд.,  $\cos \varphi = 0,8$  и  $\cos \varphi = 0,5$ , вычисленные методом линейной интерполяции, приведены в таблице 6.

9.12 Коэффициент влияния  $K_t$  на погрешность счетчика, отклонения температуры окружающего воздуха от нормального значения, указан п.8.2 таблице 8 ГОСТ Р 52425. Значения

Кт для счетчиков класса точности 1,0 вычисленные методом линейной интерполяции для фактических условий измерений, приведены в таблице 6.

Фактическое наибольшее отклонение температуры окружающего воздуха от нормального значения для точек измерения 63 °С (раздел 6).

9.13 Пределы допускаемой дополнительной погрешности счетчика  $\delta_{cu}$ , вызванной отклонением напряжения в измерительной цепи счетчика от номинального значения на  $\pm 10\%$ , для режима измерения реактивной электроэнергии указаны в п.8.2 таблице 8 ГОСТ Р 52425. Фактическое отклонение напряжения не выходит за указанные пределы (раздел 6). Значения  $\delta_{cu}$  для счетчиков класса точности 1,0 и фактических условий измерений вычислены методом линейной интерполяции (таблица 6).

9.14 Пределы допускаемой дополнительной погрешности счетчика  $\delta_{cf}$ , вызванной отклонением частоты сети от номинального значения на  $\pm 2\%$ , указаны в п.8.2 таблице 8 ГОСТ Р 52425. Фактическое отклонение частоты сети не выходит за указанные пределы. Значения  $\delta_{cf}$  для счетчиков класса точности 1,0 принятые для расчета, приведены в таблице 6.

9.15 Предел допускаемой дополнительной погрешности счетчика, вызванной влиянием внешнего магнитного поля  $\delta_{cm}$ , создаваемого током частоты, одинаковой с частотой подаваемого на счетчик напряжения, индукцией 0,5 мТл, указан в п.8.2 таблице 8 ГОСТ 52425.

Значения  $\delta_{cm}$ , принятые для расчета погрешности измерений, для счетчиков класса точности 1,0 указаны в таблице 6.

9.16 Погрешность, обусловленная падением напряжения в линии связи между ТН и счетчиком, по результатам измерений составляет по абсолютной величине не более 0,25% (раздел 6).

9.17 Результаты расчета характеристик погрешности измерений электроэнергии для фактических условий эксплуатации измерительных каналов АИИС КУЭ для различных объектов ОАО «Птицефабрика «Рефтинская» в таблицах 5 и 6 (для  $\cos \varphi = 1,0$ ; для  $\cos \varphi = 0,87$ ; для  $\cos \varphi = 0,8$ ; для  $\cos \varphi = 0,5$ ).

9.18 Характеристики погрешности измерений средней активной мощности  $\delta_a$  определяются погрешностью измерения электроэнергии  $\delta_w$  и погрешностью задания интервала времени усреднения  $\delta_t$ , определяемой погрешностью часов счетчика.

$$\delta_a = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_w}{1,1}\right)^2 + \delta_t^2}, \quad (9-7)$$

где  $\delta_t$  – пределы относительной погрешности хода часов счетчика, который для счетчиков на интервале времени усреднения 30 мин не превышает 0,01%, т.е. составляет пренебрежимо малую величину. Таким образом, характеристики погрешности измерений активной электроэнергии и средней активной мощности на интервале времени 30 мин практически совпадают.

Таблица 5 - Исходные данные и результаты расчета характеристик погрешности измерений активной электроэнергии в рабочих условиях применения АИИС КУЭ (раздел 6),  $\cos \varphi=1,0$   $\cos \varphi=0,87$   $\cos \varphi=0,8$   $\cos \varphi=0,5$

Нагрузка	ТТ			ТН				cosφ	Погрешность трансформаторной схемы подключения, ± %	Класс точности счётчика	Основная относительная погрешность счётчика по ГОСТ Р 52323-2005, ± %	Максимальная (минимальная) температура эксплуатации, °С	Нормальная температура, °С	Изменение напряжения, ± %	Изменение частоты, ± %	Индукция внешнего магнитного поля, мТл	Дополнительная погрешность счётчика				Погрешность УСПД, ± %	Основная погрешность ИК, ± %	Полная погрешность ИК, ± %
	Класс точности ТТ	Токовая погрешность ТТ, ± %	Угловая погрешность ТТ, ± мин	Класс точности ТН	Погрешность напряжения ТН, ± %	Угловая погрешность ТН, ± мин	Погрешность из-за потери напряжения в линии присоединения счётчика										Дополнительная относительная погрешность от температуры, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения U, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения f, ± %	Дополнительная относительная погрешность от ЭМ полей, ± %			
Ином		δI	θI		δU	θU	δЛ	□	δθ	□	δс.о.	°С	°С	dU	df	мТл	δdt	δdU	δdf	δН	δУСПД	δWосн	δWпол
для ИК №№ 1-26, 31-56, 59, 60																							
5% ≤ Ином< 20%	0,5	1,5	90		0	0	0	1	0,000	0,5S	0,5	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	1,7	2,9
	0,5	1,5	90		0	0	0	0,87	1,479	0,5S	0,63	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	2,4	3,6
	0,5	1,5	90		0	0	0	0,8	1,958	0,5S	0,70	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	2,8	4,0
	0,5	1,5	90		0	0	0	0,5	4,521	0,5S	1,0	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	5,4	6,5
20% ≤ Ином < 100%	0,5	0,75	45		0	0	0	1	0,000	0,5S	0,5	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	1,0	2,6
	0,5	0,75	45		0	0	0	0,87	0,740	0,5S	0,53	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	1,3	3,0
	0,5	0,75	45		0	0	0	0,8	0,979	0,5S	0,54	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	1,5	3,2
	0,5	0,75	45		0	0	0	0,5	2,260	0,5S	0,6	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	2,7	4,6
100% ≤ Ином ≤ 120%	0,5	0,5	30		0	0	0	1	0,000	0,5S	0,5	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	0,8	2,5
	0,5	0,5	30		0	0	0	0,87	0,493	0,5S	0,53	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	1,0	2,9
	0,5	0,5	30		0	0	0	0,8	0,653	0,5S	0,54	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	1,1	3,1
	0,5	0,5	30		0	0	0	0,5	1,507	0,5S	0,6	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	1,9	4,1

Продолжение таблицы 5

Нагрузка	ТТ			ТН			cosφ	Погрешность трансформаторной схемы подключения, ± %	Класс точности счётчика	Основная относительная погрешность счётчика по ГОСТ Р 52323-2005, ± %	Максимальная (минимальная) температура эксплуатации, °С	Нормальная температура, °С	Изменение напряжения, ± %	Изменение частоты, ± %	Индукция внешнего магнитного поля, мТл	Дополнительная погрешность счётчика				Погрешность УСПД, ± %	Основная погрешность ИК, ± %	Полная погрешность ИК, ± %	
	Класс точности ТТ	Токовая погрешность ТТ, ± %	Угловая погрешность ТТ, ± мин	Класс точности ТН	Погрешность напряжения ТН, ± %	Угловая погрешность ТН, ± мин										Погрешность из-за потери напряжения в линии присоединения счётчика	Дополнительная относительная погрешность от температуры, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения U, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения f, ± %				Дополнительная относительная погрешность от ЭМ полей, ± %
Ином		δI	θI		δU	θU	δL	□	δθ	□	δс.о.	°С	°С	dU	df	мТл	δdt	δdU	δdf	δH	δУСПД	δWосн	δWпол
для ИК №№ 27, 28, 29, 30, 57, 58																							
2% ≤ Ином< 5%	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	1	0,000	0,5S	1,0	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	1,8	3,0
	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	0,87	1,294	0,5S	1,00	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	2,3	3,5
	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	0,8	1,713	0,5S	1,0	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	2,6	3,9
	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	0,5	3,956	0,5S	1,0	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	4,7	6,0
5% ≤ Ином< 20%	0,5S	0,75	45		0	0	0	1	0,000	0,5S	0,5	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	1,0	2,6
	0,5S	0,75	45		0	0	0	0,87	0,740	0,5S	0,63	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	1,4	3,0
	0,5S	0,75	45		0	0	0	0,8	0,979	0,5S	0,70	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	1,6	3,3
	0,5S	0,75	45		0	0	0	0,5	2,260	0,5S	1,0	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	2,8	4,6
20% ≤ Ином < 100%	0,5S	0,5	30		0	0	0	1	0,000	0,5S	0,5	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	0,8	2,5
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,87	0,493	0,5S	0,53	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	1,0	2,9
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,8	0,653	0,5S	0,54	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	1,1	3,1
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,5	1,507	0,5S	0,6	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	1,9	4,1
100% ≤ Ином ≤ 120%	0,5S	0,5	30		0	0	0	1	0,000	0,5S	0,5	-40	23	10	1	0,5	1,890	0,200	0,100	1,000	0,000	0,8	2,5
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,87	0,493	0,5S	0,53	-40	23	10	1	0,5	2,218	0,252	0,100	1,000	0,000	1,0	2,9
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,8	0,653	0,5S	0,54	-40	23	10	1	0,5	2,394	0,280	0,100	1,000	0,000	1,1	3,1
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,5	1,507	0,5S	0,6	-40	23	10	1	0,5	3,150	0,400	0,100	1,000	0,000	1,9	4,1



Таблица 6 - Исходные данные и результаты расчета характеристик погрешности измерений реактивной электроэнергии в рабочих условиях применения АИИС КУЭ (раздел 6),  $\cos \varphi=1,0$   $\cos \varphi=0,87$   $\cos \varphi=0,8$   $\cos \varphi=0,5$

Нагрузка	ТТ			ТН				cosφ	Погрешность трансформаторной схемы подключения, ± %	Класс точности счётчика	Основная относительная погрешность счётчика по ГОСТ Р 52425-2005, ± %	Максимальная (минимальная) температура эксплуатации, °С	Нормальная температура, °С	Изменение напряжения, ± %	Изменение частоты, ± %	Индукция внешнего магнитного поля, мТл	Дополнительная погрешность счётчика				Погрешность УСПД, ± %	Основная погрешность ИК, ± %	Полная погрешность ИК, ± %
	Класс точности ТТ	Токовая погрешность ТТ, ± %	Угловая погрешность ТТ, ± мин	Класс точности ТН	Погрешность напряжения ТН, ± %	Угловая погрешность ТН, ± мин	Погрешность из-за потери напряжения в линии присоединения счётчика										Дополнительная относительная погрешность от температуры, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения U, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения f, ± %	Дополнительная относительная погрешность от ЭМ полей, ± %			
Ином		δI	θI		δU	θU	δЛ	□	δθ	□	δс.о.	°С	°С	dU	df	мТл	δdt	δdU	δdf	δН	δУСПД	δWосн	δWпол
для ИК №№ 1-26, 31-56, 59, 60																							
5% ≤ Ином< 20%	0,5	1,5	90		0	0	0	0,87	4,605	1,0	1,50	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	5,6	7,8
	0,5	1,5	90		0	0	0	0,8	3,480	1,0	1,40	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	4,4	6,9
	0,5	1,5	90		0	0	0	0,5	1,507	1,0	1,13	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	2,6	5,3
20% ≤ Ином < 100%	0,5	0,75	45		0	0	0	0,87	2,303	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	2,9	6,2
	0,5	0,75	45		0	0	0	0,8	1,740	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	2,4	5,8
	0,5	0,75	45		0	0	0	0,5	0,753	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	1,6	4,8
100% ≤ Ином ≤ 120%	0,5	0,5	30		0	0	0	0,87	1,535	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	2,1	5,9
	0,5	0,5	30		0	0	0	0,8	1,160	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	1,8	5,5
	0,5	0,5	30		0	0	0	0,5	0,502	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	1,3	4,8

Продолжение таблицы 6

Нагрузка	ТТ			ТН			cosφ	Погрешность трансформаторной схемы подключения, ± %	Класс точности счётчика	Основная относительная погрешность счетчика по ГОСТ Р 52425-2005, ± %	Максимальная (минимальная) температура эксплуатации, °С	Нормальная температура, °С	Изменение напряжения, ± %	Изменение частоты, ± %	Индукция внешнего магнитного поля, мТл	Дополнительная погрешность счетчика				Погрешность УСПД, ± %	Основная погрешность ИК , ± %	Полная погрешность ИК , ± %	
	Класс точности ТТ	Токовая погрешность ТТ, ± %	Угловая погрешность ТТ, ± мин	Класс точности ТН	Погрешность напряжения ТН, ± %	Угловая погрешность ТН, ± мин										погрешность из-за потери напряжения в линии присоединения счетчика	Дополнительная относительная погрешность от температуры, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения U, ± %	Дополнительная относительная погрешность от изменения f, ± %				Дополнительная относительная погрешность от ЭМ полей, ± %
Ином		δI	θI		δU	θU	δл	□	δθ	□	δс.о.	°С	°С	dU	df	мТл	δdt	δdU	δdf	δH	δУСПД	δWосн	δWпол
для ИК №№ 27, 28, 29, 30, 57, 58																							
2% ≤ Ином< 5%	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	0,87	4,030	1,0	1,50	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	4,9	7,4
	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	0,8	3,045	1,0	1,40	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	4,0	6,6
	0,5S	1,3125	78,75		0	0	0	0,5	1,319	1,0	1,13	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	2,4	5,2
5% ≤ Ином< 20%	0,5S	0,75	45		0	0	0	0,87	2,303	1,0	1,50	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	3,1	6,3
	0,5S	0,75	45		0	0	0	0,8	1,740	1,0	1,40	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	2,6	5,9
	0,5S	0,75	45		0	0	0	0,5	0,753	1,0	1,13	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	1,7	4,9
20% ≤ Ином < 100%	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,87	1,535	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	2,1	5,9
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,8	1,160	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	1,8	5,5
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,5	0,502	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	1,3	4,8
100% ≤ Ином ≤ 120%	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,87	1,535	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,410	1,000	0,750	2,000	0,000	2,1	5,9
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,8	1,160	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	4,158	0,940	0,750	2,000	0,000	1,8	5,5
	0,5S	0,5	30		0	0	0	0,5	0,502	1,0	1,00	-40	23	10	1	0,5	3,478	0,778	0,750	2,000	0,000	1,3	4,8

## 10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Расчет среднего на 30-минутном интервале значения силы электрического тока

$$\bar{I}_{T_{II}.j} = \frac{\sqrt{W_{AN.j}^2 + W_{PN.j}^2}}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot T_{II.j}} \quad (10-1)$$

где  $\bar{I}_{T_{II}.j}$  – среднее на интервале 30 минут значение силы электрического тока, А;

$W_{AN.j}$  – приращение активной электроэнергии на  $j$ -ом 30-минутном интервале времени, регистрируемое АИИС КУЭ в точке измерений №  $N$ , кВт·ч,

$W_{PN.j}$  – приращение реактивной электроэнергии на  $j$ -ом 30-минутном интервале времени, регистрируемое АИИС КУЭ в точке измерений №  $N$ , квар·ч,

$U_N$  – напряжение сети в точке измерений №  $N$ , кВ,

$T_{II.j}$  – равный 30 мин;

Среднее на 30-минутном интервале значение силы нагрузки электрического тока, %:

$$I_{\text{нагр, \%}} = \frac{\bar{I}_{T_{II}.j}}{I_{\text{ном}}} \cdot 100\% \quad (10-1a)$$

где:

$I_{\text{ном}}$  – значение номинального первичного тока ТТ, А (см. таблица 2);

$I_{\text{нагр}}$  – среднее значение тока нагрузки на 30-минутном интервале в % от номинального.

### 10.2 Расчет среднего на 30-минутном интервале значения коэффициента мощности

$$\overline{\cos \varphi_j} = \frac{W_{AN.j}}{\sqrt{W_{AN.j}^2 + W_{PN.j}^2}} \quad (10-2)$$

Значения характеристик погрешности измерений активной и реактивной электроэнергии на интервале 30 мин, указанные в таблице 1, выбираются в зависимости от значений средних на 30-минутном интервале значений силы электрического тока и коэффициента мощности, вычисленные по формулам (10-1a) и (10-2) соответственно.

### 10.3 Расчет характеристик погрешности измерений электрической энергии за расчетный период для реверсивных ИК (при их наличии):

#### 10.3.1 При приеме активной энергии:

$$W_A^+ = (W_{A1}^+ + W_{A2}^+), \quad (10-3)$$

$$\Delta_{A\Sigma}^+ = \pm 0,01 \left( \left| \delta_{W_{A1}}^+ \cdot W_{A1}^+ \right| + \left| \delta_{W_{A2}}^+ \cdot W_{A2}^+ \right| \right), \quad (10-4)$$

где  $W_A^+$  – измеренное значение активной электроэнергии за расчетный период, кВт·ч;

$W_{A1}^+$  – измеренное значение активной электроэнергии в первые 0,5 ч расчетного периода, кВт·ч;

$W_{A2}^+$  – измеренное значение активной электроэнергии во вторые 0,5 ч расчетного периода, кВт·ч;

$\Delta_{A\Sigma}^+$  – границы интервала абсолютной погрешности измерений активной электроэнергии в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за расчетный период для вероятности  $P=0,95$ , кВт·ч;

$\delta_{W_{A1}}^+$  – границы интервала относительной погрешности измерений активной электроэнергии  $W_{A1}^+$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за первые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %;

$\delta_{W_{A2}}^+$  - границы интервала относительной погрешности измерений активной электроэнергии  $W_{A2}^+$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за вторые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %.

10.3.2 При приеме реактивной энергии:

$$W_R^+ = (W_{R1}^+ + W_{R2}^+), \quad (10-5)$$

$$\Delta_{R\Sigma}^+ = \pm 0,01 \left( \left| \delta_{W_{R1}}^+ \cdot W_{R1}^+ \right| + \left| \delta_{W_{R2}}^+ \cdot W_{R2}^+ \right| \right), \quad (10-6)$$

где  $W_R^+$  – измеренное значение реактивной электроэнергии за расчетный период, квар·ч;

$W_{R1}^+$  – измеренное значение реактивной энергии в первые 0,5 ч расчетного периода, квар·ч;

$W_{R2}^+$  – измеренное значение реактивной энергии во вторые 0,5 ч расчетного периода, квар·ч;

$\Delta_{R\Sigma}^+$  – границы интервала абсолютной погрешности измерений реактивной электроэнергии в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за расчетный период для вероятности  $P=0,95$ , квар·ч;

$\delta_{W_{R1}}^+$  – границы интервала относительной погрешности измерений реактивной электроэнергии  $W_{R1}^+$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за первые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %;

$\delta_{W_{R2}}^+$  – границы интервала относительной погрешности измерений реактивной электроэнергии  $W_{R2}^+$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за вторые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %.

10.3.3 При отдаче активной энергии:

$$W_A^- = (W_{A1}^- + W_{A2}^-), \quad (10-7)$$

$$\Delta_{A\Sigma}^- = \pm 0,01 \left( \left| \delta_{W_{A1}}^- \cdot W_{A1}^- \right| + \left| \delta_{W_{A2}}^- \cdot W_{A2}^- \right| \right), \quad (10-8)$$

где  $W_A^-$  – измеренное значение активной электроэнергии за расчетный период, кВт·ч;

$W_{A1}^-$  – измеренное значение активной электроэнергии в первые 0,5 ч расчетного периода, кВт·ч;

$W_{A2}^-$  – измеренное значение активной электроэнергии во вторые 0,5 ч расчетного периода, кВт·ч;

$\Delta_{A\Sigma}^-$  – границы интервала абсолютной погрешности измерений активной электроэнергии в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за расчетный период для вероятности  $P=0,95$ , кВт·ч;

$\delta_{W_{A1}}^-$  – границы интервала относительной погрешности измерений активной электроэнергии  $W_{A1}^-$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за первые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %;

$\delta_{W_{A2}}^-$  – границы интервала относительной погрешности измерений активной электроэнергии  $W_{A2}^-$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за вторые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %.

10.3.4 При отдаче реактивной энергии:

$$W_R^- = (W_{R1}^- + W_{R2}^-), \quad (10-9)$$

$$\Delta_{R\Sigma}^- = \pm 0,01 \left( \left| \delta_{W_{R1}}^- \cdot W_{R1}^- \right| + \left| \delta_{W_{R2}}^- \cdot W_{R2}^- \right| \right), \quad (10-10)$$

где  $W_R^-$  – измеренное значение реактивной электроэнергии за расчетный период, квар·ч;

$W_{R1}^-$  – измеренное значение реактивной энергии в первые 0,5 ч расчетного периода, квар·ч;

$W_{R2}^-$  – измеренное значение реактивной энергии во вторые 0,5 ч расчетного периода, квар·ч;

$\Delta_{R\Sigma}$  – границы интервала абсолютной погрешности измерений реактивной электроэнергии в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за расчетный период для вероятности  $P=0,95$ , квар·ч;

$\delta_{W_{R1}}^-$  – границы интервала относительной погрешности измерений реактивной электроэнергии  $W_{R1}^+$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за первые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %;

$\delta_{W_{R2}}^-$  – границы интервала относительной погрешности измерений реактивной электроэнергии  $W_{R2}^+$  в рабочих условиях эксплуатации АИИС КУЭ за вторые 0,5 ч расчетного периода для вероятности  $P=0,95$ , %.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Результаты измерений передаются в виде электронного документа (далее документ), сформированного посредством расширяемого языка разметки (Extensible Markup Language XML) в соответствии со спецификацией 1.0. При передаче результатов измерений используется тип документа 80020 в соответствии с процедурой и регламентом отправки данных согласно Приложению № 11.1.1 к Положению о порядке получения статуса объекта оптового рынка и ведения реестра субъектов оптового рынка электрической энергии и мощности.

11.2 Результаты измерений в цифровом виде (в виде файла) подписывают электронной цифровой подписью (ЭЦП), которая удостоверяет лицо, проводившее измерение и отправляют в ОАО «АТС».

11.3 В соответствии с МИ 1317 результаты измерений представляют в форме:

$W_p \pm \Delta_{wp}$ ,  $W_Q \pm \Delta_{wQ}$  при доверительной вероятности 0,95.

где  $\Delta_{wp}$  - значение абсолютной погрешности измерений активной электроэнергии, определяемое по формуле:

$$\Delta_{wp} = \frac{W_p \cdot \delta_{wp}}{100}; \quad (11-1)$$

$\Delta_{wQ}$  - значение абсолютной погрешности измерений реактивной электроэнергии, определяемое по формуле:

$$\Delta_{wQ} = \frac{W_Q \cdot \delta_{wQ}}{100}. \quad (11-2)$$

Передаваемые результаты измерений представляются целыми числами. Округление до целочисленных значений осуществляют по следующему алгоритму: если десятичная часть больше или равна 5, то результат округляется в большую сторону, если меньше – то в меньшую. При этом разница между не округленным значением и округленным прибавляется к результату измерения на следующем интервале с сохранением знака. Данный алгоритм используется после приведения точек измерений к точкам поставки.



Таблица 7 Характеристики погрешности измерений электроэнергии для различных диапазонов силы электрического тока нагрузки для присоединения 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 59, 60

Интервал времени учетного периода $\Delta t_i$	Диапазоны силы электрического тока нагрузки	Вид электро-энергии	Приращение электроэнергии на интервале времени $\Delta t_i$	Значения характеристики погрешности измерений $\delta_{wi}, \pm, \%$			
				$\cos\varphi$			
				1,0	0,87	0,8	0,5
$\Delta t_1$	$I_{ном} \leq I_{нагр} \leq 1,2 I_{ном}$	акт. реакт	$W_{1A}$ $W_{1P}$	2,5 -	2,9 5,9	3,1 5,5	4,1 4,8
$\Delta t_2$	$0,2 I_{ном} \leq I_{нагр} < I_{ном}$	акт. реакт	$W_{2A}$ $W_{2P}$	2,6 -	3,0 6,2	3,2 5,8	4,6 4,8
$\Delta t_3$	$0,05 I_{ном} \leq I_{нагр} < 0,2 I_{ном}$	акт. реакт	$W_{3A}$ $W_{3P}$	2,9 -	3,6 7,8	4,0 6,9	6,5 5,3

Таблица 8 Характеристики погрешности измерений электроэнергии для различных диапазонов силы электрического тока нагрузки для присоединения 27, 28, 29, 30, 57, 58

Интервал времени учетного периода $\Delta t_i$	Диапазоны силы электрического тока нагрузки	Вид электро-энергии	Приращение электроэнергии на интервале времени $\Delta t_i$	Значения характеристики погрешности измерений $\delta_{wi}, \pm, \%$			
				$\cos\varphi$			
				1,0	0,87	0,8	0,5
$\Delta t_1$	$I_{ном} \leq I_{нагр} \leq 1,2 I_{ном}$	акт. реакт	$W_{1A}$ $W_{1P}$	2,5 -	2,9 5,9	3,1 5,5	4,1 4,8
$\Delta t_2$	$0,2 I_{ном} \leq I_{нагр} < I_{ном}$	акт. реакт	$W_{2A}$ $W_{2P}$	2,5 -	2,9 5,9	3,1 5,5	4,1 4,8
$\Delta t_3$	$0,05 I_{ном} \leq I_{нагр} < 0,2 I_{ном}$	акт. реакт	$W_{3A}$ $W_{3P}$	2,6 -	3,0 6,3	3,3 5,9	4,6 4,9
$\Delta t_4$	$0,02 I_{ном} \leq I_{нагр} < 0,5 I_{ном}$	акт. реакт	$W_{3A}$ $W_{3P}$	3,0 -	3,5 7,4	3,9 6,6	6,0 5,2

Примечание

1) Для значений силы электрического тока, меньше указанных в таблицах 7, 8 характеристики погрешности измерений не регламентируются.

11.2 Характеристики погрешности измерений выражают числом, содержащим не более одной значащей цифры после запятой. Округление производят лишь в окончательном результате расчета, а все предварительные вычисления можно проводить с одним-двумя лишними знаками.

## 12 КОНТРОЛЬ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ

12.1 Основной целью контроля методики измерений является проверка правильности выполнения операций и соблюдения условий измерений, регламентированных методикой измерения.

12.2 Контроль методики измерений должен быть периодическим и внеочередным.

12.3 При периодическом контроле проверяют:

- наличие действующих свидетельств о поверке АИИС КУЭ и ее измерительных компонентов;

- отсутствие несанкционированных изменений схем подключения вторичных цепей ТТ;
- отсутствие несанкционированной замены измерительных компонентов в составе АИИС КУЭ;
- соблюдение условий применения измерительных компонентов, входящих в состав АИИС КУЭ;
- соблюдение требований к параметрам контролируемых присоединений;
- соблюдение операций при подготовке к выполнению измерений;
- правильность оформления результатов измерений.

12.4 Периодический контроль проводят каждые 2 года. Результаты контроля фиксируются в журнале.

12.5 Внеочередной контроль методики измерений проводится:

- если фактический небаланс электроэнергии больше допустимого небаланса;
- при отклонении рабочих условий применения измерительных компонентов за допускаемые границы;
- при внесении изменений во вторичные цепи измерительных трансформаторов;
- после аварий или нештатных режимов работы энергосистемы, которые могли вызвать нарушение функционирования АИИС КУЭ;
- после ремонта АИИС КУЭ или ее измерительных компонентов.

12.6 Внесения изменений в методику измерений.

12.6.1 Замену измерительных компонентов (ТТ, счетчиков), а также другие изменения, вносимые в АИИС КУЭ в процессе эксплуатации должны оформляться в соответствии с Приказом N 970 от 25 июня 2013 г. Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений.

Изменения, внесенные в методику измерений, должны быть зарегистрированы в листе регистрации изменений

12.6.2 Изменения, не подпадающие под п. 12.6.1, оформляются в соответствии п. 6.9 ГОСТ Р 8.563-2009.

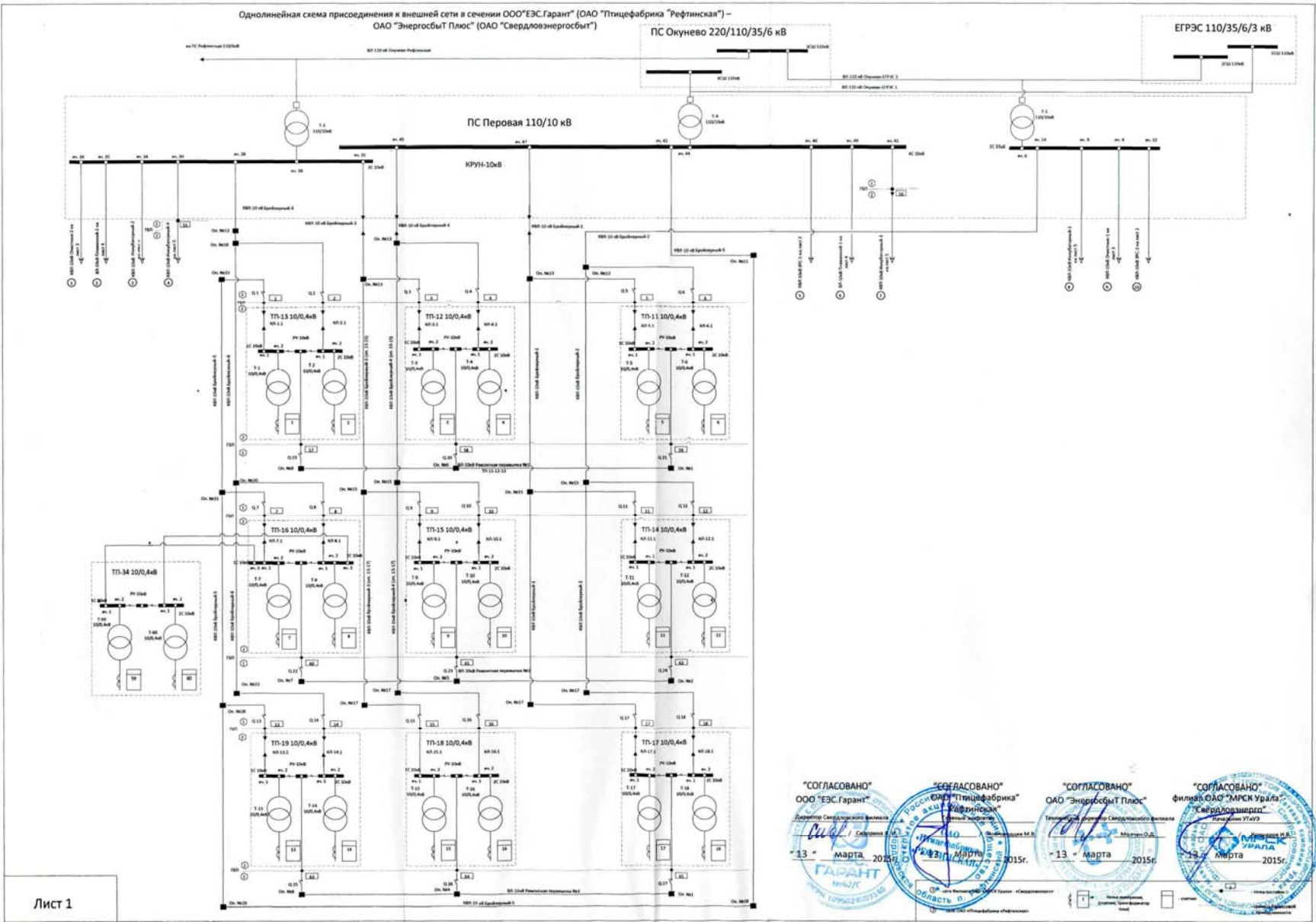
## ПРИЛОЖЕНИЕ А СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИИС –	автоматизированная информационно-измерительная система
КУЭ -	коммерческий учет электроэнергии
СИ -	средство измерений
ИК -	Измерительный канал
ТТ -	трансформатор тока
ТН -	трансформатор напряжения
ПС –	подстанция
кл.т. -	класс точности
относ. -	относительная
привед. -	приведенная
абсол. -	абсолютная
ном -	номинальный
нагр -	нагрузка
зав. -	заводской
инд. -	индукционная

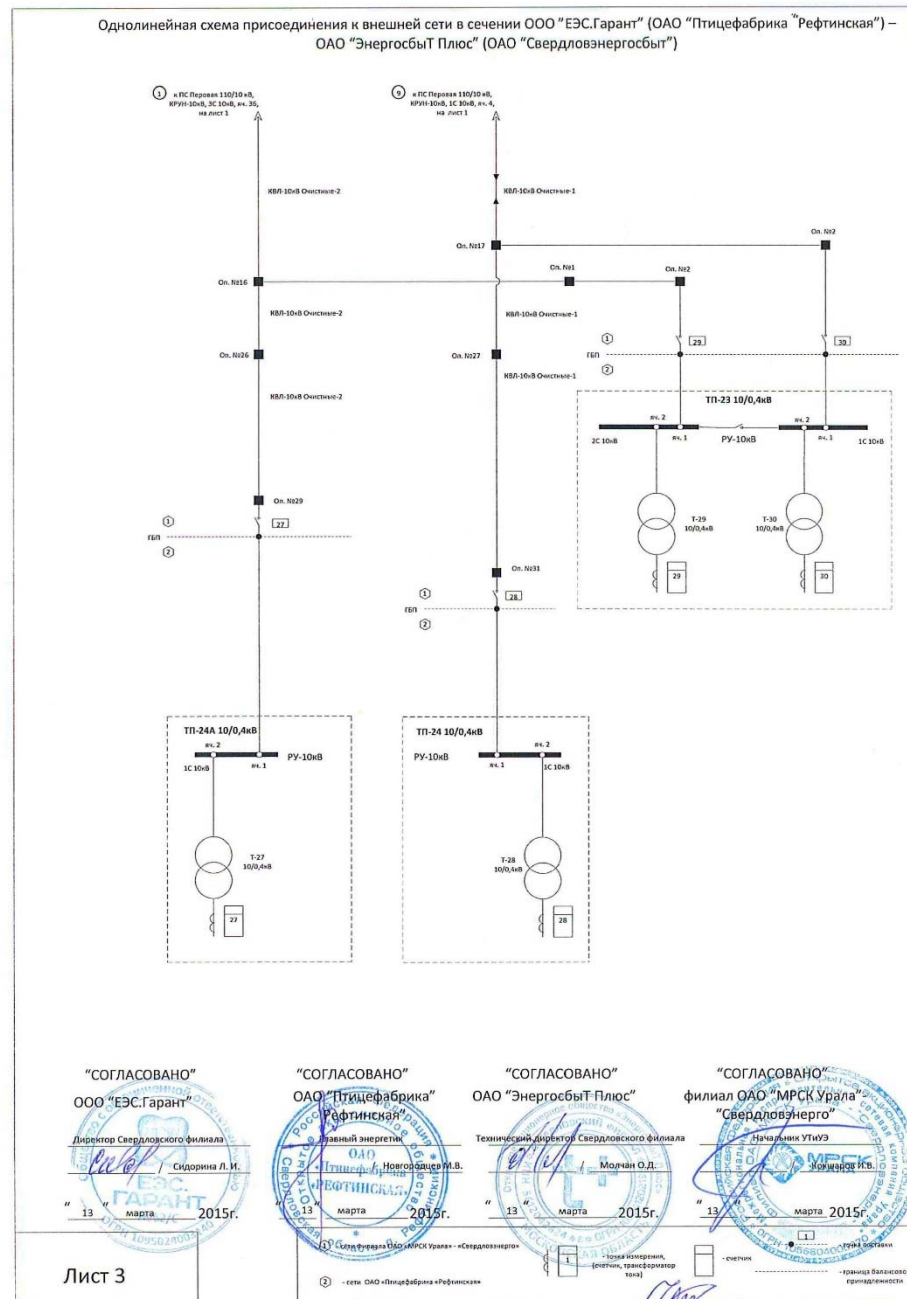
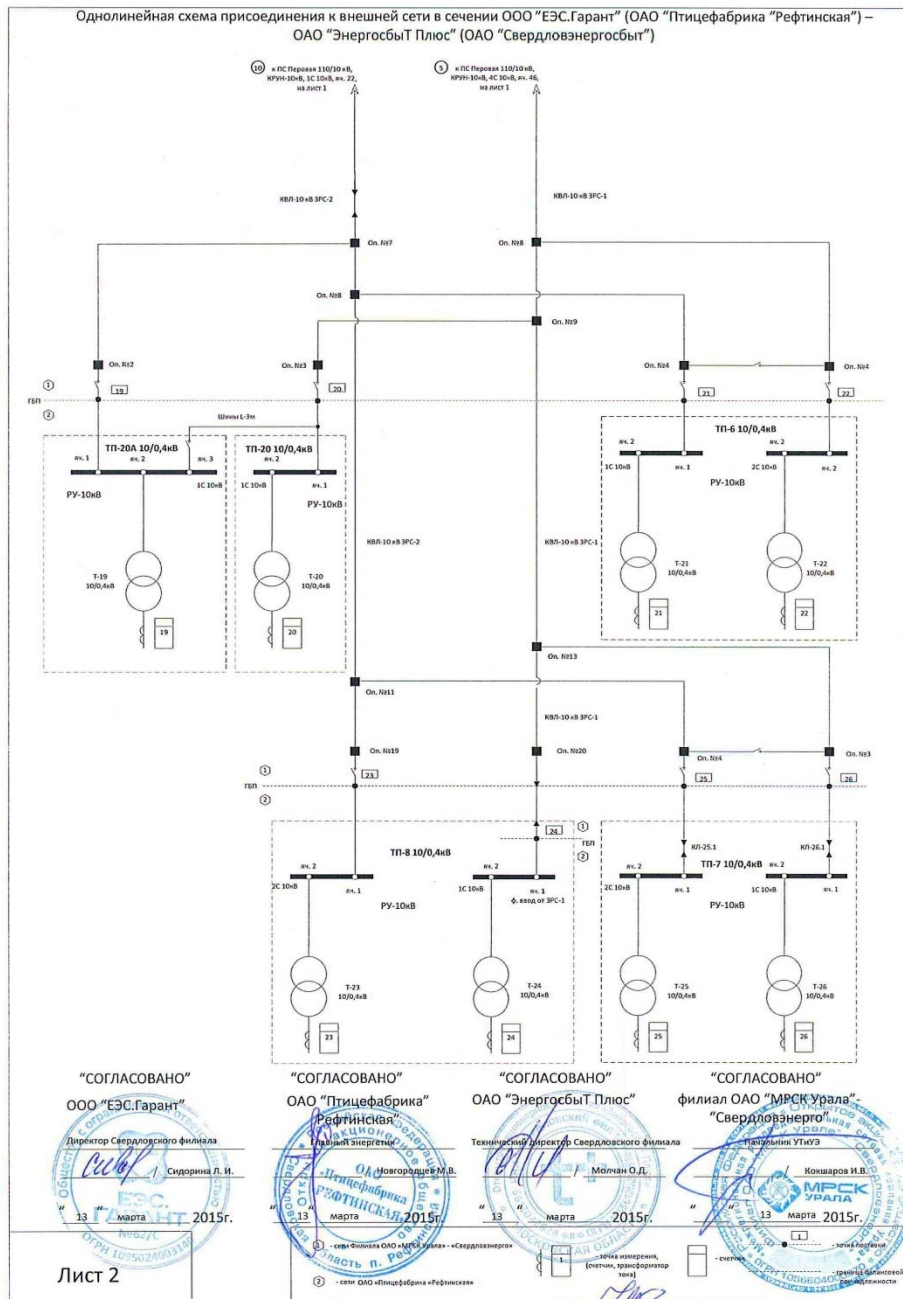
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

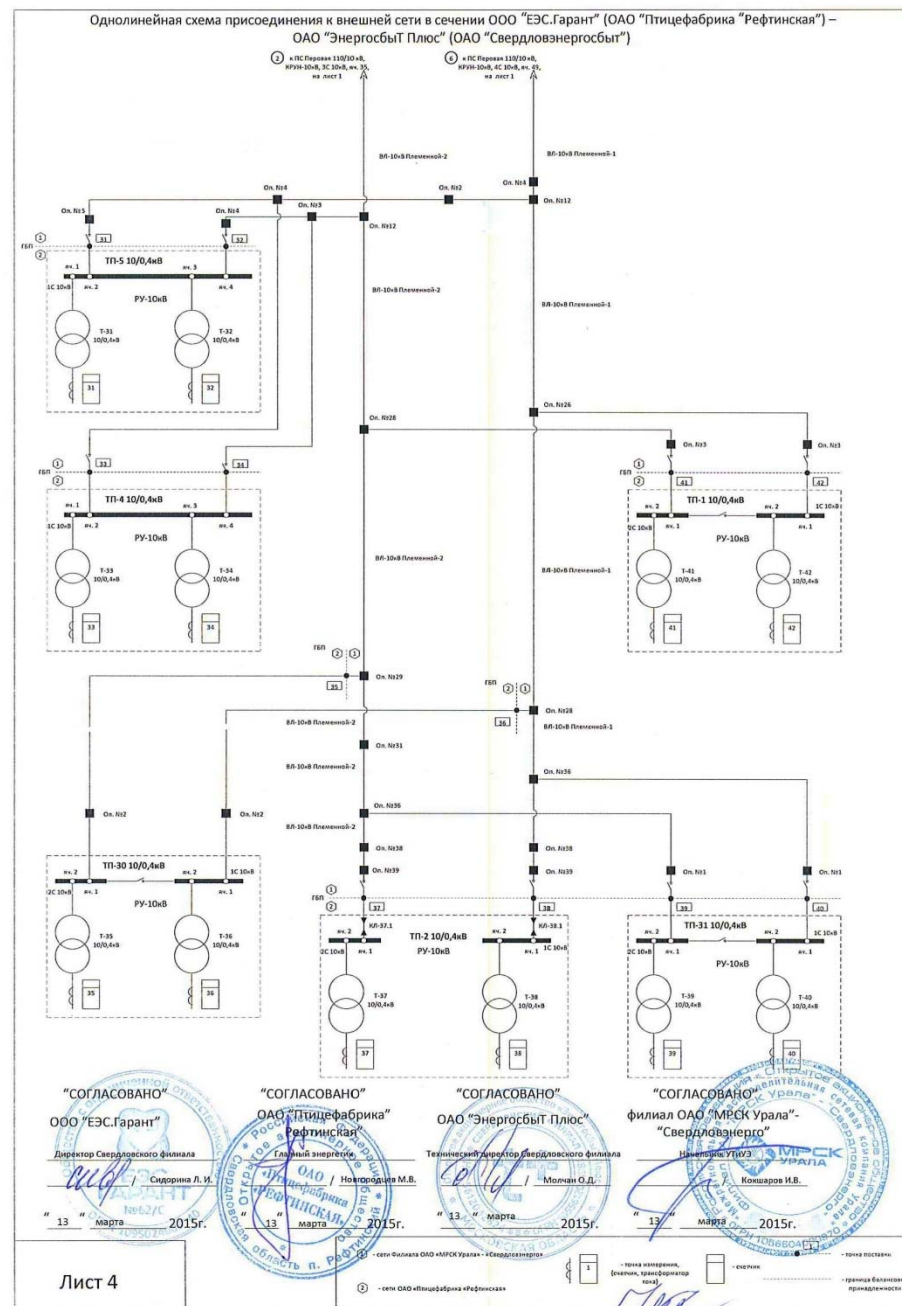
Обозначение	Наименование
ГОСТ Р 8.563-2009	ГСИ. Методики (методы) измерений.
РМГ 29-99	Метрология. Термины и определения.
ГОСТ Р 8.596-2002	ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Общие положения.
МИ 1317-2004	ГСИ. Результаты измерений и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
ГОСТ 7746 – 2001	Трансформаторы тока. Общие технические условия.
ГОСТ 1983 – 2001	Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
ГОСТ Р 52323-2005	Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S
ГОСТ 52425 - 2005	Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
ПУЭ	Правила устройства электроустановок, Энергоатомиздат, 2002
ГОСТ 12.2.007.3-75	ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности
ГОСТ 12.2.007.0-75	Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.1.038-82	ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов.
ГОСТ 12.3.019-80	Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 26104-89	Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний.
РД 34.09.101-94	Типовая инструкция по учёту электроэнергии при её производстве, передаче и распределении. Сборник НТД, М., Издательство «НЦ ЭНАС» 2002
МИ 2808-2003	ГСИ. Количество электрической энергии. Методика выполнения измерений при распределении небалансов на оптовом рынке электрической энергии.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

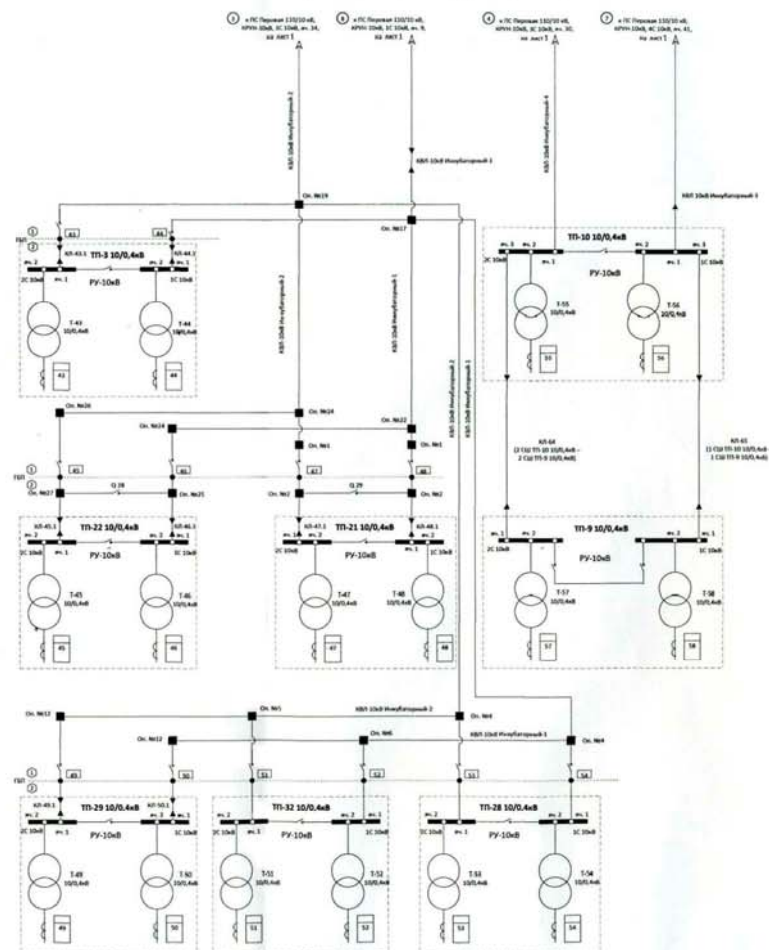








Однолинейная схема присоединения к внешней сети в сечении ООО "ЕЭС.Гарант" (ОАО "Птицефабрика" Рефтинская) –  
ОАО "ЭнергосбыТ Плюс" (ОАО "Свердловэнергосбыт")



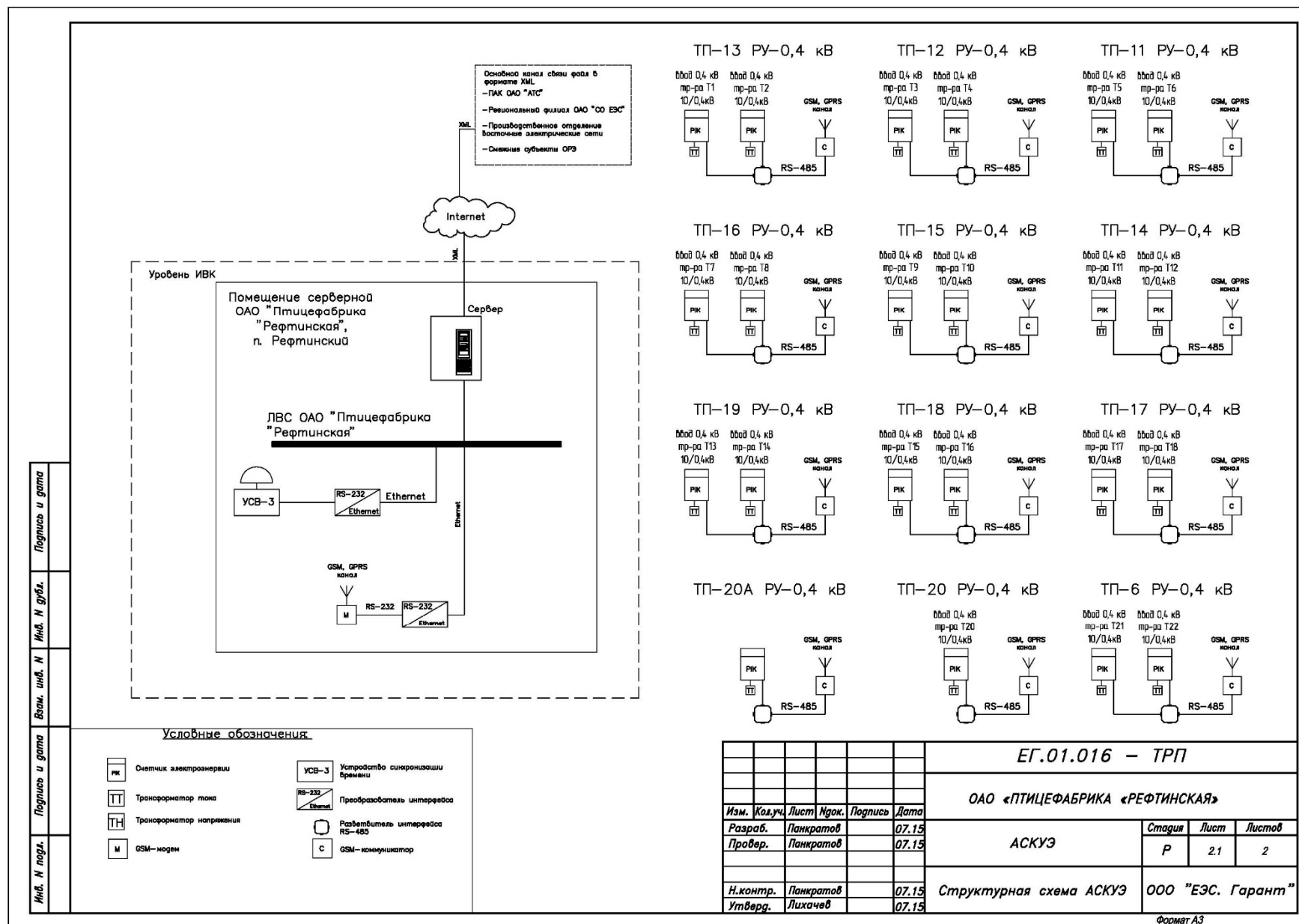
"СОГЛАСОВАНО"  
ООО "ЕЭС.Гарант"  
Директор Свердловского филиала  
Скворцова Л. И.  
13 марта 2015г.

"СОГЛАСОВАНО"  
ОАО "Птицефабрика"  
Рефтинская  
Заведующий энергетик  
Ушаковская М. В.  
13 марта 2015г.

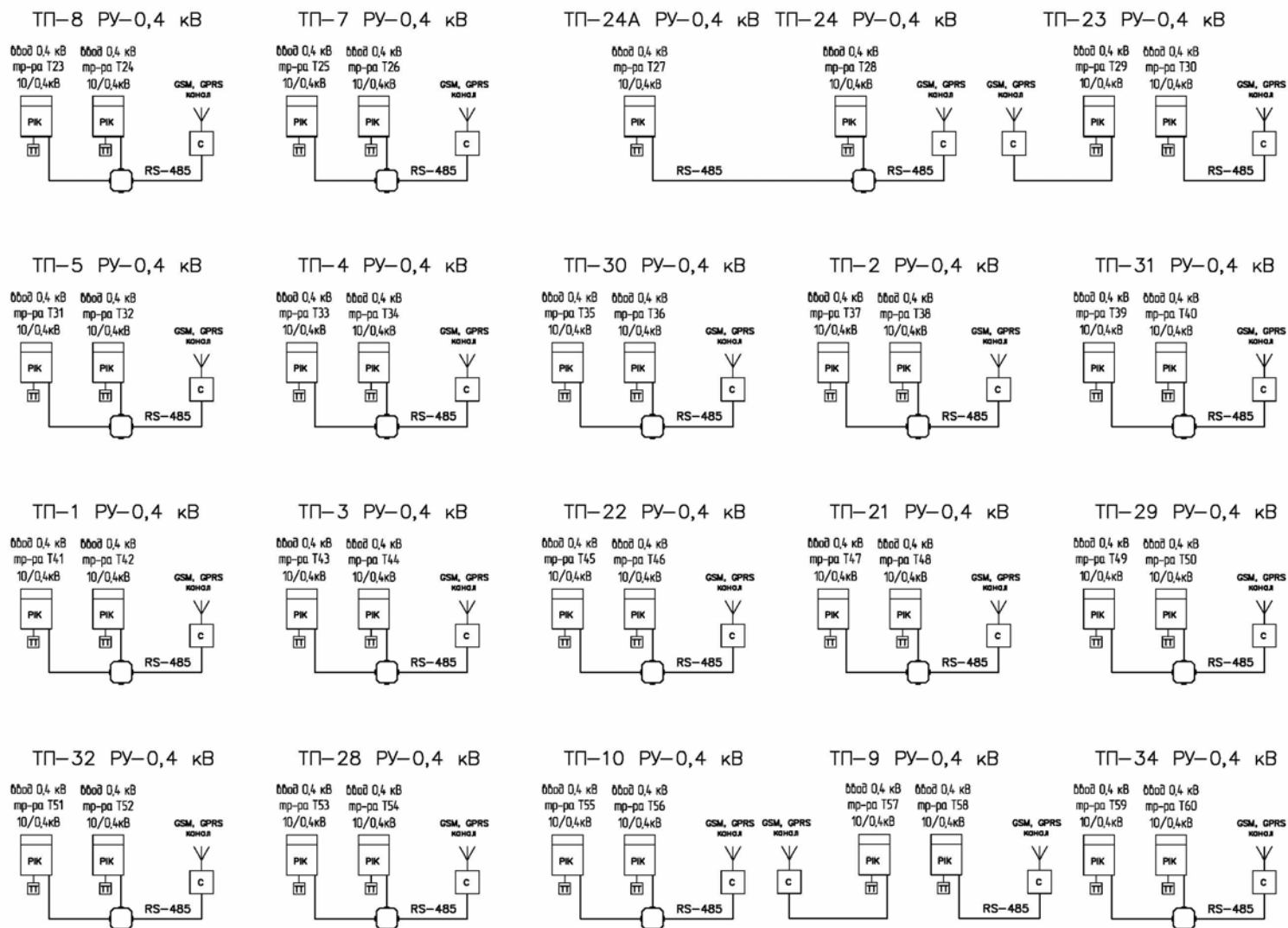
"СОГЛАСОВАНО"  
ОАО "ЭнергосбыТ Плюс"  
Технический директор Свердловского филиала  
Молчанов О. Д.  
13 марта 2015г.

"СОГЛАСОВАНО"  
Филиал ОАО "МРСК Урала"  
Свердловского  
Начальник УТОУ  
Молчанов О. Д.  
13 марта 2015г.

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г



Инд. и подг.	Подпись и дата	Взам. инд. и	Инд. и подг.	Подпись и дата



Изм.	Лист	И. Докум.	Подпись	Дата

ЕГ.01.016-Т РП

Лист
2.2

Формат А3



# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## ФАКТИЧЕСКИЕ И ДОПУСТИМЫЕ НАГРУЗКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Таблица Д.1

Номер точки измерений и наименование объекта		Измерительные трансформаторы						
		ТТ	номинальная нагрузка ВА	фактическая нагрузка, ВА	ТН	номинальная нагрузка, ВА	фактическая нагрузка, ВА	Потери напр. %
1	ТП-13 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т1	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
2	ТП-13 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т2	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
3	ТП-12 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т3	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
4	ТП-12 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т4	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
5	ТП-11 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т5	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
6	ТП-11 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т6	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
7	ТП-16 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т7	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
8	ТП-16 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т8	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
9	ТП-15 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т9	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
10	ТП-15 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т10	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-

Номер точки измерений и наименование объекта		Измерительные трансформаторы						
		ТТ	номинальная нагрузка ВА	фактическая нагрузка, ВА	ТН	номинальная нагрузка, ВА	фактическая нагрузка, ВА	Потери напр. %
11	ТП-14 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т11	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
12	ТП-14 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т12	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
13	ТП-19 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т13	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
14	ТП-19 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т14	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
15	ТП-18 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т15	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
16	ТП-18 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т16	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
17	ТП-17 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т17	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
18	ТП-17 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т18	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
19	ТП-20А 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т19	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 400/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
20	ТП-20 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т20	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
21	ТП-6 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т21	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
22	ТП-6 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т22	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-

Номер точки измерений и наименование объекта		Измерительные трансформаторы						
		ТТ	номинальная нагрузка ВА	фактическая нагрузка, ВА	ТН	номинальная нагрузка, ВА	фактическая нагрузка, ВА	Потери напр. %
23	ТП-8 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т23	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
24	ТП-8 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т24	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
25	ТП-7 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т25	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
26	ТП-7 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т26	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
27	ТП-24А 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т27	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 250/5	5; 5; 5;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
28	ТП-24 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т28	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 250/5	5; 5; 5;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
29	ТП-23 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т29	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
30	ТП-23 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т30	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
31	ТП-5 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т31	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
32	ТП-5 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т32	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
33	ТП-4 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т33	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
34	ТП-4 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т34	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 400/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-

Номер точки измерений и наименование объекта		Измерительные трансформаторы						
		ТТ	номинальная нагрузка ВА	фактическая нагрузка, ВА	ТН	номинальная нагрузка, ВА	фактическая нагрузка, ВА	Потери напр. %
35	ТП-30 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т35	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
36	ТП-30 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т36	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
37	ТП-2 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т37	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
38	ТП-2 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т38	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
39	ТП-31 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т39	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
40	ТП-31 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т40	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
41	ТП-1 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т41	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
42	ТП-1 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т42	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
43	ТП-3 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т43	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
44	ТП-3 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т44	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
45	ТП-22 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т45	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
46	ТП-22 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т46	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-

Номер точки измерений и наименование объекта		Измерительные трансформаторы						
		ТТ	номинальная нагрузка ВА	фактическая нагрузка, ВА	ТН	номинальная нагрузка, ВА	фактическая нагрузка, ВА	Потери напр. %
47	ТП-21 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т47	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
48	ТП-21 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т48	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
49	ТП-29 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т49	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
50	ТП-29 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т50	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
51	ТП-32 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т51	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
52	ТП-32 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т52	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 1000/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
53	ТП-28 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т53	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
54	ТП-28 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т54	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
55	ТП-10 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т55	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
56	ТП-10 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т56	ТШП-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5 600/5	10; 10; 10;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
57	ТП-9 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т57	ТШЛ-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 2500/5	5; 5; 5;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
58	ТП-9 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т58	ТШЛ-0,66 Госреестр № 47957-11 Кл. т. 0,5S 2500/5	5; 5; 5;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-

Номер точки измерений и наименование объекта		Измерительные трансформаторы						
		ТТ	номинальная нагрузка ВА	фактическая нагрузка, ВА	ТН	номинальная нагрузка, ВА	фактическая нагрузка, ВА	Потери напр. %
59	ТП-34 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т59	ТТН125 Госреестр № 58465-14 Кл. т. 0,5 2500/5	5; 5; 5;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-
60	ТП-34 10/0,4 кВ РУ-0,4 кВ ввод Т60	ТТН125 Госреестр № 58465-14 Кл. т. 0,5 2500/5	5; 5; 5;	3,8; 3,8; 3,8;	-	-	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

**Алгоритм приведения результатов измерений АИИС КУЭ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская" к значению количества переданной (полученной) электроэнергии в точках поставки по сечению ООО "ЕЭС.Гарант" (ОАО "Птицефабрика "Рефтинская") - ОАО "ЭнергосбыТ Плюс" (ОАО "Свердловэнергосбыт")**

*Утверждаю:*

ООО "ЕЭС.Гарант"

Директор Свердловского филиала

  
И.И. Сидорина/  
М.П.   
"20" августа 2015г.

*Согласовано:*

ОАО "ЭнергосбыТ Плюс"

Технический директор

Свердловского филиала

  
О.Д. Молчан/  
М.П.   
"20" августа 2015г.

### АЛГОРИТМ №911

**Приведения результатов измерений АИИС КУЭ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская" к значению количества переданной (полученной) электроэнергии в точках поставки по сечению ООО "ЕЭС.Гарант" (ОАО "Птицефабрика "Рефтинская") - ОАО "ЭнергосбыТ Плюс" (ОАО "Свердловэнергосбыт")**

2015 год



---

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Общие положения.	59
1.1 Определение объема электроэнергии в точке поставки.	59
1.2 Составляющие потерь электроэнергии в элементах электрической сети.	59
1.2.1. Потери электроэнергии в воздушной линии рассчитываются по формуле	59
1.2.2. Потери электроэнергии в кабельной линии рассчитываются по формуле	59
1.2.3. Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле	59
1.3 Расчет составляющих потерь электроэнергии в элементах электрической сети.	60
1.3.1 Расчет нагрузочных потерь.	60
1.3.2 Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле:	61
1.3.3 Потери в изоляции кабеля рассчитываются по формуле:	61
1.3.4 Потери холостого хода рассчитываются по формуле:	61
2. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №1, 2, 57.	62
2.1 Расчетная схема для ТП-13:	62
2.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-1.	62
2.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-1.1.	63
2.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-2.	63
2.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-2.1.	64
2.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №1, 2, 57.	64
3. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №3, 4, 58.	65
3.1 Расчетная схема для ТП-12:	65
3.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-3.	65
3.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-3.1.	66
3.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-4.	66
3.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-4.1.	67
3.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №3, 4, 58.	67
Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №5, 6, 59.	68
4.1 Расчетная схема для ТП-11	68
4.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-5.	68
4.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-5.1.	69
4.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-6.	69
4.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-6.1.	70
4.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №5, 6, 59.	70
5. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №7, 8, 60.	71
5.1 Расчетная схема для ТП-16, 34	71
5.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-7.	71
5.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-8.	72

5.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-59.	73
5.1.4	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-60.	74
5.1.5	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-7.1.	74
5.1.6	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-8.1.	74
5.1.7	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №7, 8, 60.	75
6.1	Расчетная схема для ТП-15	76
6.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-9.	76
6.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-9.1.	77
6.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-10.	77
6.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-10.1.	78
6.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №9, 10, 61.	78
7.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №11, 12, 62.	79
7.1	Расчетная схема для ТП-14	79
7.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-11.	79
7.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-11.1.	80
7.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-12.	80
7.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-12.1.	81
7.1.5	Расчет потерь электроэнергии в групповой точке поставки 11, 12, 62.	81
8.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №13, 14, 63.	82
8.1	Расчетная схема для ТП-19	82
8.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-13.	82
8.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-13.1.	83
8.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-14.	83
8.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-14.1.	84
8.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №13, 14, 63.	84
9.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №15, 16, 64.	85
9.1	Расчетная схема для ТП-18	85
9.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-15.	85
9.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-15.1	86
9.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-16.	86
9.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-16.1	87
9.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №15, 16, 64.	87
10.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №17, 18, 65.	88
10.1.	Расчетная схема для ТП-17	88
10.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-17.	88
10.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-17.1.	89
10.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-18.	89
10.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-18.1.	90
10.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №17, 18, 65.	90
11.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №19, 20.	91

11.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	91
11.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-19.	91
11.1.2	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-20.	92
11.1.3	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №19, 20.	93
12.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №21.	94
12.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	94
12.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-21.	94
12.1.2	Определение объема электроэнергии в точке поставки №21.	95
13.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №22.	96
13.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	96
13.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-22.	96
13.1.2	Определение объема электроэнергии в точке поставки №22.	97
14.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №23.	98
14.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	98
14.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-23.	98
14.1.2	Определение объема электроэнергии в точке поставки №23.	99
15.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №24.	100
15.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	100
15.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-24.	100
15.1.2	Определение объема электроэнергии в точке поставки №24.	101
16.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №25.	102
16.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	102
16.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-25.	102
16.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-25.1.	103
16.1.3	Определение объема электроэнергии в точке поставки №25.	103
17.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №26.	104
17.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	104
17.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-26.	104
17.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-26.1.	105
17.1.3	Определение объема электроэнергии в точке поставки №26.	105
18.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №27.	106
18.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	106
18.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-27.	106
18.1.2	Определение объема электроэнергии в точке поставки №27.	107

19. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №28.	108
19.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	108
19.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-28.	108
19.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №28.	109
20. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №29, 30.	110
20.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	110
20.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-29.	110
20.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-30.	111
20.1.3 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №29, 30.	112
21. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №31, 32.	113
21.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	113
21.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-31.	113
21.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-32.	114
21.1.3 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №31, 32.	115
22. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №33, 34.	116
22.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	116
22.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-33.	116
22.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-34.	117
22.1.3 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №33, 34.	118
23. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №35, 36.	119
23.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	119
23.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-35.	119
23.1.2 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-35.1.	120
23.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-36.	121
23.1.4 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-36.1.	122
23.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №35, 36.	122
24. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №37.	124
24.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	124
24.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-37.	124
24.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-37.1.	125
24.1.3 Определение объема электроэнергии в точке поставки №37.	125
25. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №38.	126
25.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	126
25.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-38.	126
25.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-38.1.	127

25.1.3	Определение объема электроэнергии в точке поставки №38.	127
26.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №39, 40.	128
26.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	128
26.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-39.	128
26.1.2	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-40.	129
26.1.3	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №39, 40.	130
27.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №41, 42.	131
27.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	131
27.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-41.	131
27.1.2	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-42.	132
27.1.3	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №41, 42.	133
28.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №43, 44.	134
28.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	134
28.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-43.	134
28.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-43.1.	135
28.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-44.	135
28.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-44.1.	136
28.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №43, 44.	136
29.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №45, 46.	137
29.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	137
29.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-45.	137
29.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-45.1.	138
29.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-46.	138
29.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-46.1.	139
29.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №45, 46.	139
30.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №47, 48.	140
30.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	140
30.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-47.	140
30.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-47.1.	141
30.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-48.	141
30.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-48.1.	142
30.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №47, 48.	142
31.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №49, 50.	143
31.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	143
31.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-49.	143
31.1.2	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-49.1.	144
31.1.3	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-50.	144
31.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-50.1.	145

31.1.5	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №49, 50.	145
32.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №51, 52.	146
32.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	146
32.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-51.	146
32.1.2	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-52.	147
32.1.3	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №51, 52.	148
33.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №53, 54.	149
33.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	149
33.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-53.	149
33.1.2	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-54.	150
33.1.3	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №53, 54.	151
34.	Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №55, 56, 57, 58.	152
34.1	Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:	152
34.1.1	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-57.	153
34.1.2	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-58.	153
34.1.3	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-64.	154
34.1.4	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-65.	154
34.1.5	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-55.	154
34.1.6	Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-61 Инкубаторный-4 пролет опор 2 – 11.	155
3.3.1	Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-61 Инкубаторный-4 между опорой № 2 и проходными изоляторами КРУН-10кВ ПС 110/10 кВ Перовая (Зсш яч. 30).	156
34.1.7	Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-56.	157
34.1.8	Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-63 Инкубаторный-3 между опорой № 11 и концом КЛ-62 кВ Инкубаторный-3.	158
34.1.9	Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-62 10 кВ Инкубаторный-3.	159
34.1.10	Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №55, 56.	160
35.	Приложение №1 – Исходные данные для расчета потерь	161
36.	Приложение №2 – Обоснование отсутствия целесообразности расчета потерь в участках КЛ малой протяженности	163

## 1. Общие положения.

Настоящий Алгоритм разработан для приведения результатов измерений к значению количества переданной (поставленной) электроэнергии в точках поставки и составлен на основании:

- Инструкции по организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям, утвержденной Приказом Минэнерго России от 30 декабря 2008 г. № 326 (далее – Инструкция) [1];

При определении параметров воздушных, кабельных линий и силовых трансформаторов, участвующих в расчете потерь электроэнергии, использованы:

- Справочник "Электрические системы и сети", В.И. Идельчик, "Энергоатомиздат", 1989 [2];
- Справочник энергетика под общей редакцией А.Н. Чохонелидзе, "Колос", Москва, 2006 [3];
- Справочник по проектированию электроэнергетических систем, С.С. Рокотян, М.М. Шапиро, "Энергоатомиздат", 1985 [4];
- Справочник по электроснабжению промышленных предприятий под общей редакцией А.А. Федорова и Г.В. Сербиновского, книга вторая "Технические сведения об оборудовании", "Энергия", Москва, 1974 [5].

Использованы данные о расчетных приборах учета электроэнергии в точках измерения, приведенные в перечне средств измерения для целей коммерческого учета в точках поставки в ГТП ОАО "Птицефабрика "Рефтинская" [6].

Исходные данные для расчетов потерь приведены в Приложении 1.

### 1.1 Определение объема электроэнергии в точке поставки.

Объем электроэнергии в точке поставки определяется по формуле

$$W_{\text{ТП}} = W_{\text{изм.}} \pm \Delta W, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (1)$$

где

$W_{\text{ТП}}$  – количество электроэнергии в точке поставки, кВт·ч;

$W_{\text{изм.}}$  – измеренное количество электроэнергии, кВт·ч;

$\Delta W$  – суммарные технические потери электроэнергии в элементах электрической сети, расположенных между точкой поставки и точкой (точками) измерения, кВт·ч.

### 1.2 Составляющие потерь электроэнергии в элементах электрической сети.

#### 1.2.1. Потери электроэнергии в воздушной линии рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{ВЛ}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. ВЛ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (2),$$

где

$\Delta W_{\text{н}}$  – нагрузочные потери, кВт·ч;

$\Delta W_{\text{из. ВЛ}}$  – потери от токов утечки по изоляторам ВЛ (для ВЛ 6 кВ), кВт·ч;

#### 1.2.2. Потери электроэнергии в кабельной линии рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{КЛ}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. КЛ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (3),$$

где

$\Delta W_{\text{из. КЛ}}$  – потери в изоляции кабеля (для КЛ 6 кВ), кВт·ч.

#### 1.2.3. Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{тр.}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (4),$$



где

$\Delta W_{xx}$  – потери холостого хода, кВт·ч.

### 1.3 Расчет составляющих потерь электроэнергии в элементах электрической сети.

#### 1.3.1 Расчет нагрузочных потерь.

Расчет нагрузочных потерь производится в зависимости от включения расчетного прибора учета в состав АИИС КУЭ и количества элементов электрической сети между точкой поставки и точкой (точками) измерения по следующим формулам:

Включение расчетного прибора учета в АИИС КУЭ	Количество элементов сети между ТП и ТИ	Интервал времени, за который производится расчет потерь электроэнергии	Расчетная формула	
да	1	0,5 ч	$\Delta W_{\text{н}} = \frac{(W_{\text{P}}^2 + W_{\text{Q}}^2)}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$	(5)
да	более 1	0,5 ч	$\Delta W_{\text{н}} = \frac{(W_{\text{P}}^2 + W_{\text{Q}}^2)}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$	(6)*
			$\text{tg } \varphi = \frac{W_{\text{Q}}}{W_{\text{P}}},$	(7)
			$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{\text{P}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \varphi)}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$	(8) **

где

$W_{\text{P}}$  – объем активной электроэнергии, переданной по элементу сети за расчетный интервал времени, кВт·ч;

$W_{\text{Q}}$  – объем реактивной электроэнергии, переданной по элементу сети за расчетный интервал времени, квар·ч;

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение элемента сети, кВ;

$T$  – продолжительность расчетного интервала времени, ч;

$R_{\text{эк}}$  – эквивалентное сопротивление элемента сети, Ом;

$\text{tg } \varphi$  – коэффициент, учитывающий реактивную составляющую электроэнергии

Примечание:

\* – для первого (от точки измерения) элемента электрической сети;

\*\* – для второго и последующих (от точки измерения) элементов электрической сети.

Эквивалентное сопротивление элементов электрической сети рассчитывается по формулам:

- Воздушная, кабельная линия

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n, \text{ Ом} \quad (9),$$

где

$r_0$  – удельное активное сопротивление провода, кабеля, Ом/км;

$L$  – длина линии по трассе, км;

$n$  – количество параллельных цепей.

- Силовой двухобмоточный трансформатор

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3, \text{ Ом} \quad (10),$$

где

$\Delta P_{\text{кз}}$  – потери активной мощности короткого замыкания, кВт (паспортные данные, при отсутствии паспортных – справочные данные);

$U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора, кВ.

$S_{\text{ном}}$  – номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

### 1.3.2 Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot 10^3, \text{ кВт·ч} \quad (11),$$

где

$\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}$  – удельные годовые потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам, тыс. кВт·ч/км в год (при количестве дней 365, в високосном году применяется коэффициент  $k = 366/365$ );

8760 – количество часов в году (при количестве дней 365, в високосном году применяется коэффициент  $k = 366/365$ ).

### 1.3.3 Потери в изоляции кабеля рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{из. КЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. КЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot 10^3, \text{ кВт·ч} \quad (12),$$

где  $\Delta W_{\text{из. КЛ уд.}}$  – удельные годовые потери электроэнергии в изоляции кабеля, тыс. кВт·ч/км в год (при количестве дней 365, в високосном году применяется коэффициент  $k = 366/365$ );

### 1.3.4 Потери холостого хода рассчитываются по формуле:

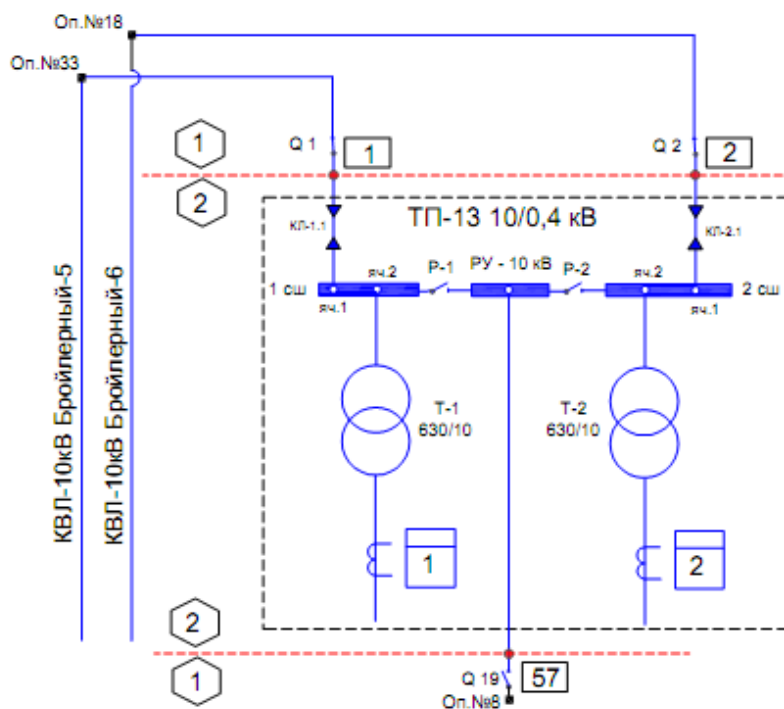
$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T, \text{ кВт·ч} \quad (13),$$

где  $\Delta P_{\text{хх}}$  – потери активной мощности в трансформаторе на холостом ходу, кВт (паспортные данные, при отсутствии паспортных – справочные данные).

2. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №1, 2, 57.

### 2.1 Расчетная схема для ТП-13:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 2.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-1.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
 Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{\text{P(ТИ)}}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 1 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{\text{Q(ТИ)}}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 1 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(TИ1)}^2 + W_{Q(TИ1)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TИ1)}^2 + W_{Q(TИ1)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TИ1)}^2 + W_{Q(TИ1)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TИ1)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т1}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TИ1)}^2 + W_{Q(TИ1)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-1 в ТП-13 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т1}} = W_{P(TИ1)} + \Delta W_{\text{тр.Т1}}$$

## 2.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-1.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

## 2.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-2.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TИ2)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 2 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TИ2)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 2 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(ТН2)}^2 + W_{Q(ТН2)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(ТН2)}^2 + W_{Q(ТН2)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН2)}^2 + W_{Q(ТН2)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН2)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т2}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН2)}^2 + W_{Q(ТН2)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-2 в ТП-13 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т2}} = W_{P(ТН2)} + \Delta W_{\text{тр.Т2}}$$

#### 2.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-2.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

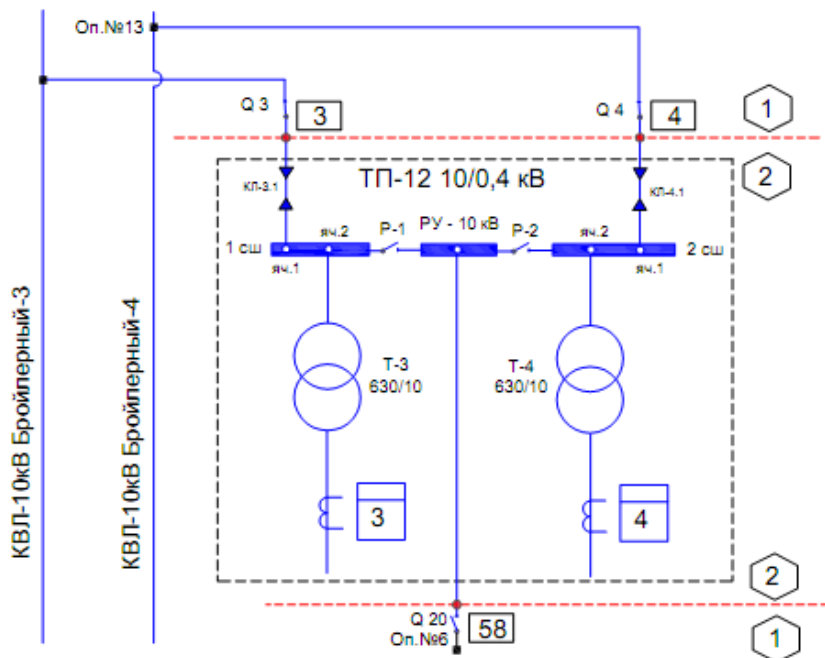
#### 2.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №1, 2, 57.

$$W_{\text{ТП1, 2, 57}} = W_{P(ТН1)} + \Delta W_{\text{тр Т1}} + W_{P(ТН2)} + \Delta W_{\text{тр Т2}}$$

3. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №3, 4, 58.

### 3.1 Расчетная схема для ТП-12:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 3.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-3.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
 Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{хх} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(тиз)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 3 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(тиз)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 3 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТИЗ})}^2 + W_{Q(\text{ТИЗ})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИЗ})}^2 + W_{Q(\text{ТИЗ})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИЗ})}^2 + W_{Q(\text{ТИЗ})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИЗ})} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.ТЗ}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИЗ})}^2 + W_{Q(\text{ТИЗ})}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-3 в ТП-12 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.ТЗ}} = W_{P(\text{ТИЗ})} + \Delta W_{\text{тр.ТЗ}}$$

### 3.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-3.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

### 3.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-4.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ4})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 4 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ4})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 4 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:



$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТИ4})}^2 + W_{Q(\text{ТИ4})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ4})}^2 + W_{Q(\text{ТИ4})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ4})}^2 + W_{Q(\text{ТИ4})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ4})} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т4}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ4})}^2 + W_{Q(\text{ТИ4})}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-4 в ТП-12 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т4}} = W_{P(\text{ТИ4})} + \Delta W_{\text{тр.Т4}}$$

### 3.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-4.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

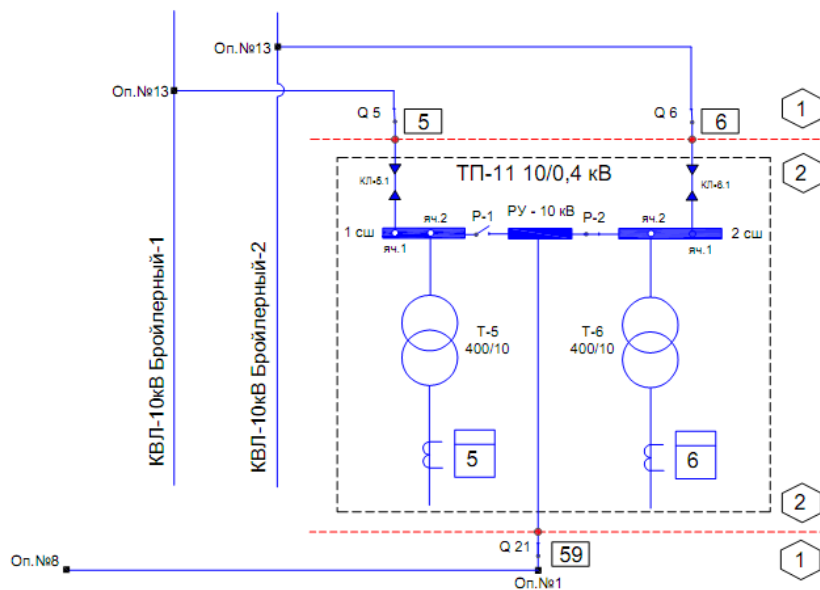
### 3.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №3, 4, 58.

$$W_{\text{ТП3, 4, 58}} = W_{P(\text{ТИ3})} + \Delta W_{\text{тр.Т3}} + W_{P(\text{ТИ4})} + \Delta W_{\text{тр.Т4}}$$

Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №5, 6, 59.

#### 4.1 Расчетная схема для ТП-11

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



##### 4.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-5.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TH5)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 5 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TH5)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 5 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(TH5)}^2 + W_{Q(TH5)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(TH5)}^2 + W_{Q(TH5)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TH5)}^2 + W_{Q(TH5)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТИ5)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т5} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ5)}^2 + W_{Q(ТИ5)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-5 в ТП-11 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т5} = W_{P(ТИ5)} + \Delta W_{тр.Т5}$$

#### 4.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-5.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

#### 4.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-6.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ6)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 6 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ6)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 6 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(ТИ6)}^2 + W_{Q(ТИ6)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(ТИ6)}^2 + W_{Q(ТИ6)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ6)}^2 + W_{Q(ТИ6)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТИ6)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т6}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{\text{Р(ТИ6)}}^2 + W_{\text{Q(ТИ6)}}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-6 в ТП-11 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т6}} = W_{\text{Р(ТИ6)}} + \Delta W_{\text{тр.Т6}}$$

#### 4.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-6.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

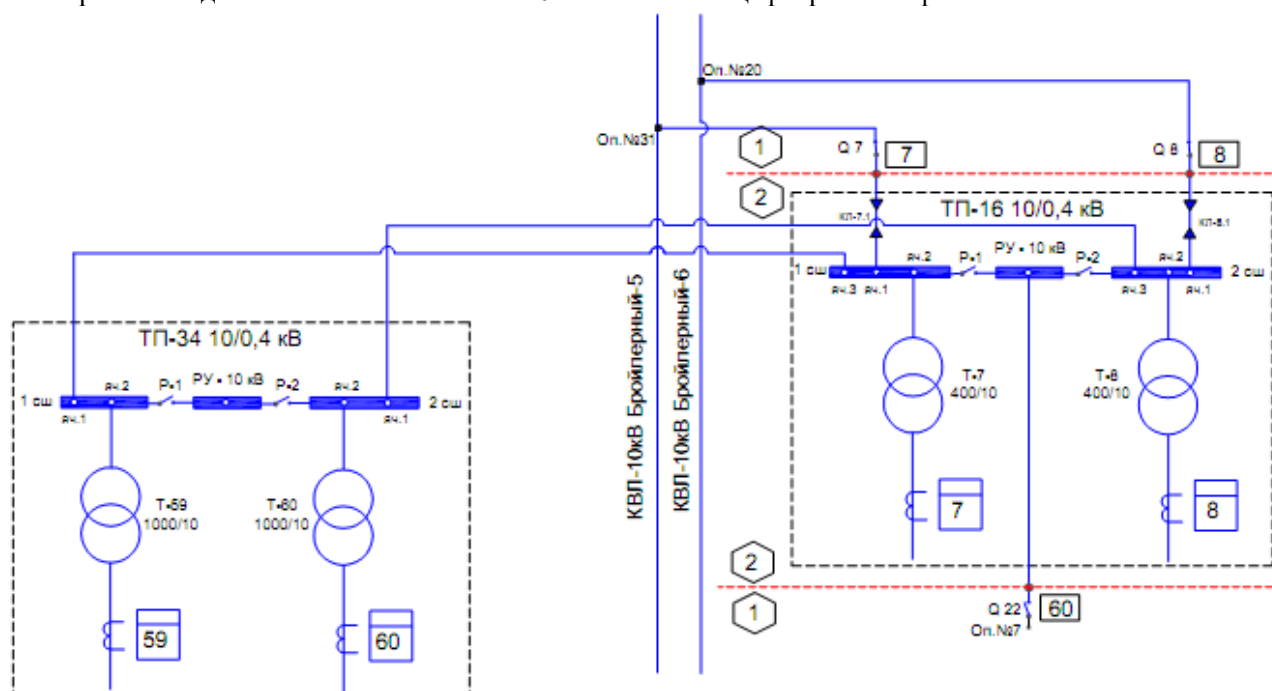
#### 4.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №5, 6, 59.

$$W_{\text{ТП5, 6, 59}} = W_{\text{Р(ТИ5)}} + \Delta W_{\text{тр Т5}} + W_{\text{Р(ТИ6)}} + \Delta W_{\text{тр Т6}}$$

5. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №7, 8, 60.

### 5.1 Расчетная схема для ТП-16, 34

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 5.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-7.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{хх} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(Т17)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 7 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(Т17)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 7 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТН}7)}^2 + W_{Q(\text{ТН}7)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТН}7)}^2 + W_{Q(\text{ТН}7)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН}7)}^2 + W_{Q(\text{ТН}7)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТН}7)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т7}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН}7)}^2 + W_{Q(\text{ТН}7)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-7 в ТП-16 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т7}} = W_{P(\text{ТН}7)} + \Delta W_{\text{тр.Т7}}$$

## 5.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-8.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТН}8)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 8 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТН}8)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 8 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТН}8)}^2 + W_{Q(\text{ТН}8)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТН}8)}^2 + W_{Q(\text{ТН}8)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН}8)}^2 + W_{Q(\text{ТН}8)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТН}8)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т8}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН8})}^2 + W_{Q(\text{ТН8})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-8 в ТП-16 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т8}} = W_{P(\text{ТН8})} + \Delta W_{\text{тр.Т8}}$$

### 5.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-59.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-1000/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 1,38 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 11,731 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТН59})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 59 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТН59})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 59 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{11,731 \cdot 10^2}{1000^2} \cdot 10^3 = 1,1731 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТН59})}^2 + W_{Q(\text{ТН59})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТН59})}^2 + W_{Q(\text{ТН59})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,1731 = \\ &= \frac{11,731 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН59})}^2 + W_{Q(\text{ТН59})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТН59})} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,38 \cdot T = 0,69, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т59}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 23,462 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН59})}^2 + W_{Q(\text{ТН59})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-59 в ТП-34 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т59}} = W_{P(\text{ТН59})} + \Delta W_{\text{тр.Т59}}$$



### 5.1.4 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-60.

#### Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-1000/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 1000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 1,348 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 11,747 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ}60)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 60 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}60)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 60 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{11,747 \cdot 10^2}{1000^2} \cdot 10^3 = 1,1747 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ}60)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}60)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}60)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}60)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,1747 = \\ &= \frac{11,747 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}60)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}60)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери  $\text{xx}$  в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ}60)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{xx}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{xx}} = \Delta P_{\text{xx}} \cdot T = 1,348 \cdot T = 0,674, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т60}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{xx}} = \left[ 23,494 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}60)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}60)}^2) + \Delta W_{\text{xx}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-60 в ТП-34 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т60}} = W_{P(\text{ТИ}60)} + \Delta W_{\text{тр.Т60}}$$

### 5.1.5 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-7.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

### 5.1.6 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-8.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

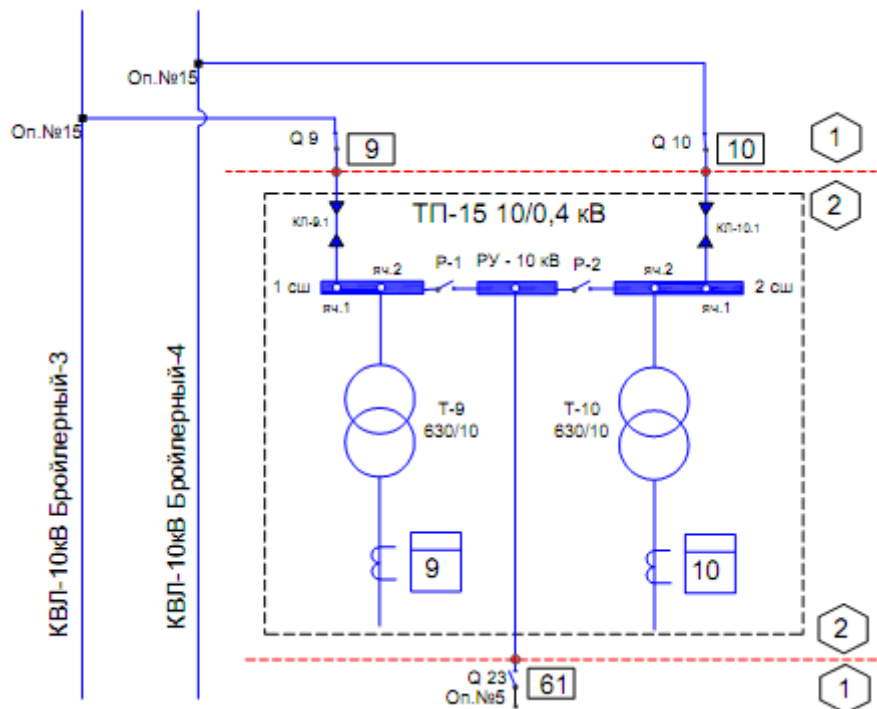
**5.1.7 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №7, 8, 60.**

$$W_{\text{ТП7, 8, 60}} = W_{\text{р (ТИ7)}} + \Delta W_{\text{тр Т7}} + W_{\text{р (ТИ59)}} + \Delta W_{\text{тр Т59}} + W_{\text{р (ТИ8)}} + \Delta W_{\text{тр Т8}} + W_{\text{р (ТИ60)}} + \Delta W_{\text{тр Т60}}$$

## Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №9, 10, 61.

### 6.1 Расчетная схема для ТП-15

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 6.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-9.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
 Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ти9})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 9 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ти9})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 9 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}9)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}9)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}9)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}9)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}9)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}9)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ}9)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т9}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}9)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}9)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-9 в ТП-15 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т9}} = W_{P(\text{ТИ}9)} + \Delta W_{\text{тр.Т9}}$$

### 6.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-9.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

### 6.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-10.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ}10)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 10 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}10)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 10 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(TI10)}^2 + W_{Q(TI10)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TI10)}^2 + W_{Q(TI10)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot W_{P(TI10)}^2 + W_{Q(TI10)}^2}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI10)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр. TI10}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI10)}^2 + W_{Q(TI10)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-10 в ТП-15 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр. TI10}} = W_{P(TI10)} + \Delta W_{\text{тр. TI10}}$$

#### 6.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-10.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК, обоснование приведено в Приложении 2.**

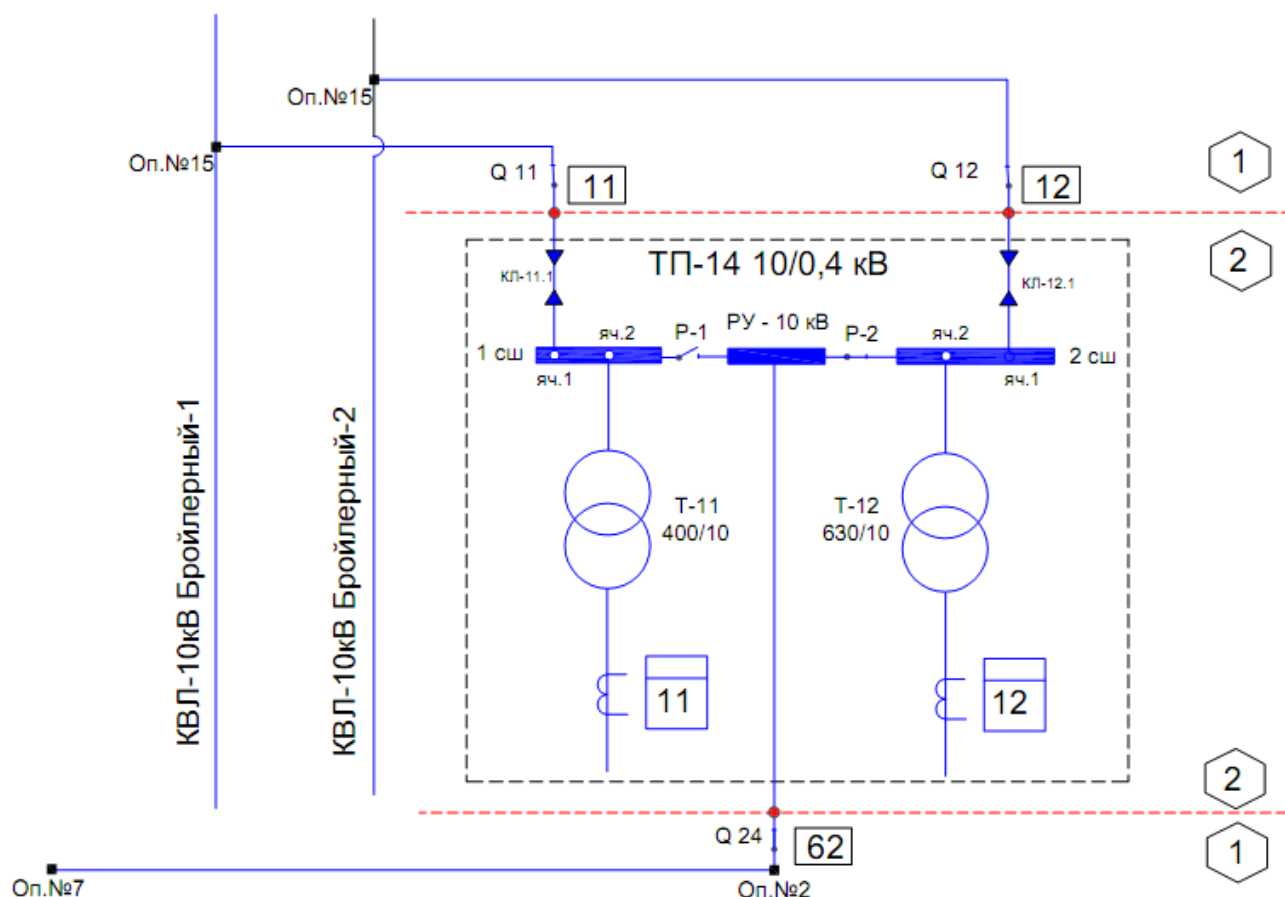
#### 6.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №9, 10, 61.

$$W_{\text{ТП9, 10, 61}} = W_{P(TI9)} + \Delta W_{\text{тр. T9}} + W_{P(TI10)} + \Delta W_{\text{тр. TI10}}$$

7. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №11, 12, 62.

### 7.1 Расчетная схема для ТП-14

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 7.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-11.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ11})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 11 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ11})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 11 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(TH11)}^2 + W_{Q(TH11)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TH11)}^2 + W_{Q(TH11)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TH11)}^2 + W_{Q(TH11)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TH11)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т11}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TH11)}^2 + W_{Q(TH11)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-11 в ТП-14 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т11}} = W_{P(TH11)} + \Delta W_{\text{тр.Т11}}$$

### 7.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-11.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 7.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-12.

• Силовой трансформатор:

Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);

$S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);

$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);

$\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);

$\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).

- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TH12)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 12 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TH12)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 12 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(ТН12)}^2 + W_{Q(ТН12)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(ТН12)}^2 + W_{Q(ТН12)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot W_{P(ТН12)}^2 + W_{Q(ТН12)}^2}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН12)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т12}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН12)}^2 + W_{Q(ТН12)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-12 в ТП-14 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т12}} = W_{P(ТН12)} + \Delta W_{\text{тр.Т12}}$$

#### 7.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-12.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

#### 7.1.5 Расчет потерь электроэнергии в групповой точке поставки 11, 12, 62.

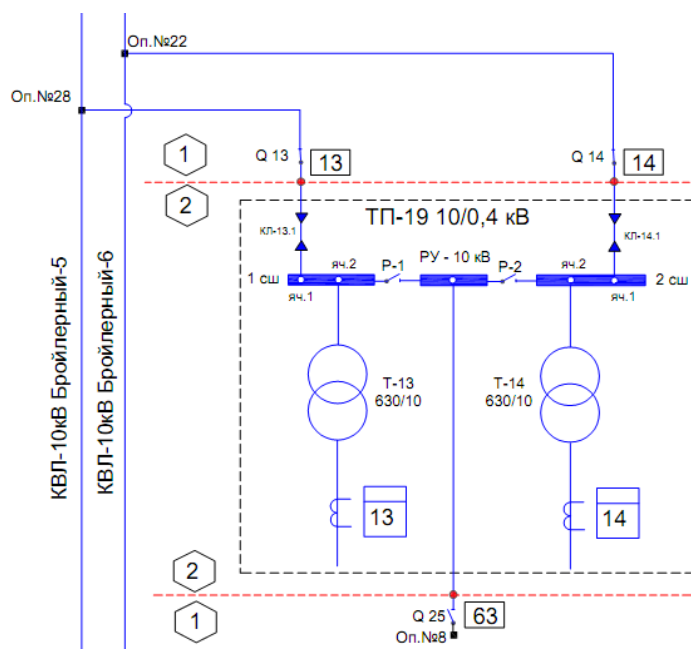
$$W_{\text{ТП11, 12, 62}} = W_{P(ТН11)} + \Delta W_{\text{тр Т 11}} + W_{P(ТН12)} + \Delta W_{\text{тр Т12}}$$



8. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №13, 14, 63.

#### 8.1 Расчетная схема для ТП-19

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 8.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-13.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ13})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 13 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ13})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 13 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ13})}^2 + W_{Q(\text{ТИ13})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ13})}^2 + W_{Q(\text{ТИ13})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ13})}^2 + W_{Q(\text{ТИ13})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI13)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{TP T13} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI13)}^2 + W_{Q(TI13)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-13 в ТП-19 10/0,4 кВ.

$$W_{TP.T13} = W_{P(TI13)} + \Delta W_{TP.T13}$$

### 8.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-13.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 8.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-14.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TI14)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 14 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TI14)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 14 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(TI14)}^2 + W_{Q(TI14)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(TI14)}^2 + W_{Q(TI14)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI14)}^2 + W_{Q(TI14)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI14)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т14}} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI14)}^2 + W_{Q(TI14)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-14 в ТП-19 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т14}} = W_{P(TI14)} + \Delta W_{\text{тр.Т14}}$$

#### 8.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-14.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

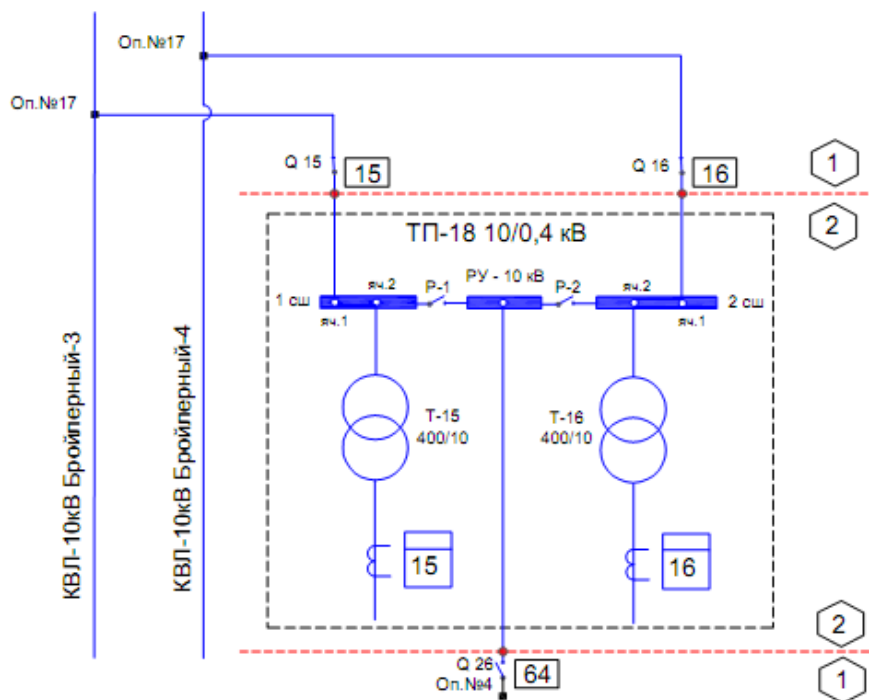
#### 8.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №13, 14, 63.

$$W_{\text{ТП13, 14, 63}} = W_{P(TI13)} + \Delta W_{\text{тр Т 13}} + W_{P(TI14)} + \Delta W_{\text{тр Т14}}$$

9. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №15, 16, 64.

#### 9.1 Расчетная схема для ТП-18

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 9.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-15.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ТИ15})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 15 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ15})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 15 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ15})}^2 + W_{Q(\text{ТИ15})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ15})}^2 + W_{Q(\text{ТИ15})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ15})}^2 + W_{Q(\text{ТИ15})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI15)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т15}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI15)}^2 + W_{Q(TI15)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-15 в ТП-18 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т15}} = W_{P(TI15)} + \Delta W_{\text{тр.Т15}}$$

### 9.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-15.1

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 9.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-16.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TI16)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 16 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TI16)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 16 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(TI16)}^2 + W_{Q(TI16)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TI16)}^2 + W_{Q(TI16)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI16)}^2 + W_{Q(TI16)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI16)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т16}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ16})}^2 + W_{Q(\text{ТИ16})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-16 в ТП-18 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т16}} = W_{P(\text{ТИ16})} + \Delta W_{\text{тр.Т16}}$$

#### 9.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-16.1

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

#### 9.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №15, 16, 64.

$$W_{\text{ТП15, 16, 64}} = W_{P(\text{ТИ15})} + \Delta W_{\text{тр.Т15}} + W_{P(\text{ТИ16})} + \Delta W_{\text{тр.Т16}}$$



При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI17)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр. T17} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI17)}^2 + W_{Q(TI17)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-17 в ТП-17 10/0,4 кВ.

$$W_{тр. T17} = W_{P(TI17)} + \Delta W_{тр. T17}$$

### 10.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-17.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 10.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-18.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TI18)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 18 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TI18)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 18 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(TI18)}^2 + W_{Q(TI18)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(TI18)}^2 + W_{Q(TI18)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI18)}^2 + W_{Q(TI18)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI18)} = 0$ ,



то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т18}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ18})}^2 + W_{Q(\text{ТИ18})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-18 в ТП-17 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т18}} = W_{P(\text{ТИ18})} + \Delta W_{\text{тр.Т18}}$$

#### 10.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-18.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

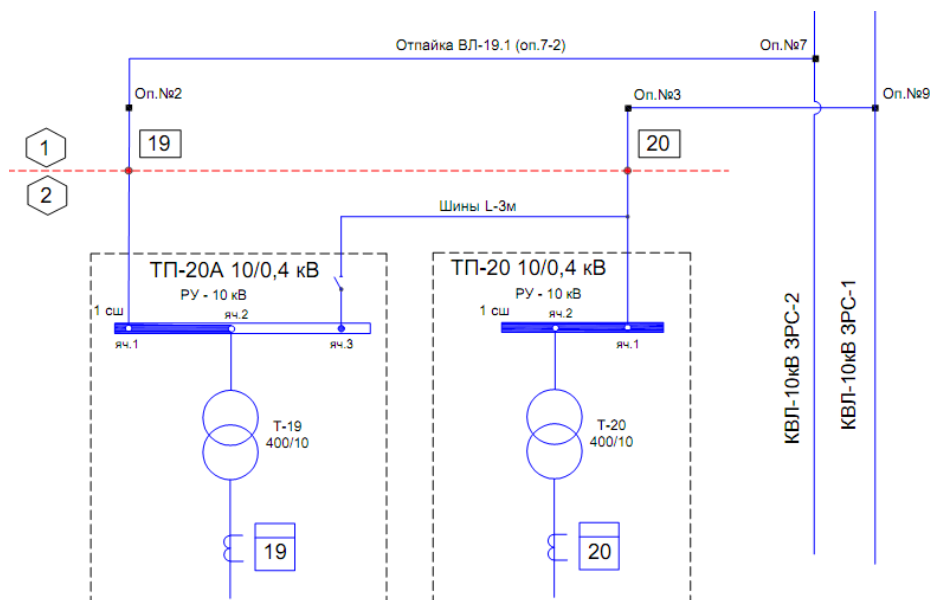
#### 10.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №17, 18, 65.

$$W_{\text{ТП17, 18, 65}} = W_{P(\text{ТИ17})} + \Delta W_{\text{тр.Т17}} + W_{P(\text{ТИ18})} + \Delta W_{\text{тр.Т18}} +$$

11. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №19, 20.

11.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 11.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-19.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(Т19)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 19 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(Т19)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 19 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(Т19)}^2 + W_{Q(Т19)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(Т19)}^2 + W_{Q(Т19)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(Т19)}^2 + W_{Q(Т19)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI19)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр } T19} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI19)}^2 + W_{Q(TI19)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-19 в ТП-20А 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т19}} = W_{P(TI19)} + \Delta W_{\text{тр.Т19}}$$

### 11.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-20.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TI20)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 20 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TI20)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 20 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(TI20)}^2 + W_{Q(TI20)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TI20)}^2 + W_{Q(TI20)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI20)}^2 + W_{Q(TI20)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI20)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр } T20} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI20)}^2 + W_{Q(TI20)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-20 в ТП-20 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т20}} = W_{\text{р(ТИ20)}} + \Delta W_{\text{тр.Т20}}$$

**11.1.3** Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №19, 20.

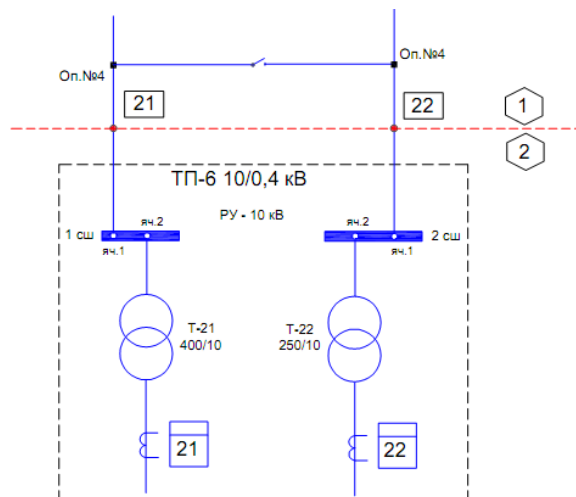
Потерями  $\Delta W_{\text{шины-3м}}$  пренебрегаем.

$$W_{\text{ТП19, 20}} = W_{\text{р(ТИ19)}} + \Delta W_{\text{тр Т19}} + W_{\text{р(ТИ20)}} + \Delta W_{\text{тр Т20}}$$

12. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №21.

12.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 12.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-21.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ТИ}21)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 21 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}21)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 21 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ}21)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}21)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}21)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}21)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}21)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}21)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ}21)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т21}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(\text{ТИ21})}^2 + W_{Q(\text{ТИ21})}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

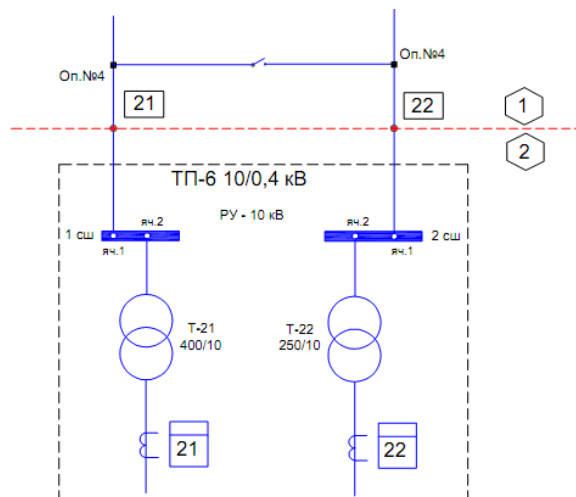
### 12.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №21.

$$W_{\text{ТП 21}} = W_{\text{р (ТИ21)}} + \Delta W_{\text{тр Т21}}$$

13. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №22.

13.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 13.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-22.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-250/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 250 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,82 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 3,7 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ТИ}22)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 22 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}22)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 22 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{3,7 \cdot 10^2}{250^2} \cdot 10^3 = 5,92 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ}22)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}22)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}22)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}22)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 5,92 = \\ &= \frac{59,2 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}22)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}22)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ}22)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,82 \cdot T = 0,41, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т22}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 118,4 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(\text{ТИ22})}^2 + W_{Q(\text{ТИ22})}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

### 13.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №22.

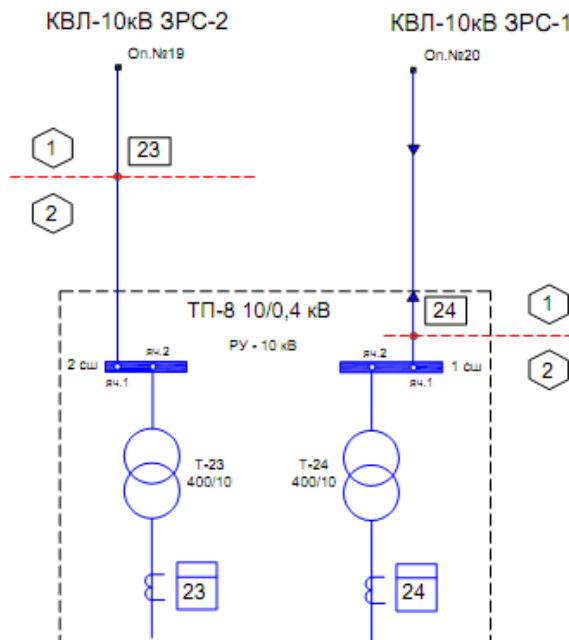
$$W_{\text{ТП 22}} = W_{\text{р (ТИ22)}} + \Delta W_{\text{тр Т22}}$$



14. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №23.

14.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



#### 14.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-23.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТИ23)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 23 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ23)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 23 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТИ23)}^2 + W_{Q(ТИ23)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ23)}^2 + W_{Q(ТИ23)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ23)}^2 + W_{Q(ТИ23)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI23)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр } T23} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(TI23)}^2 + W_{Q(TI23)}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

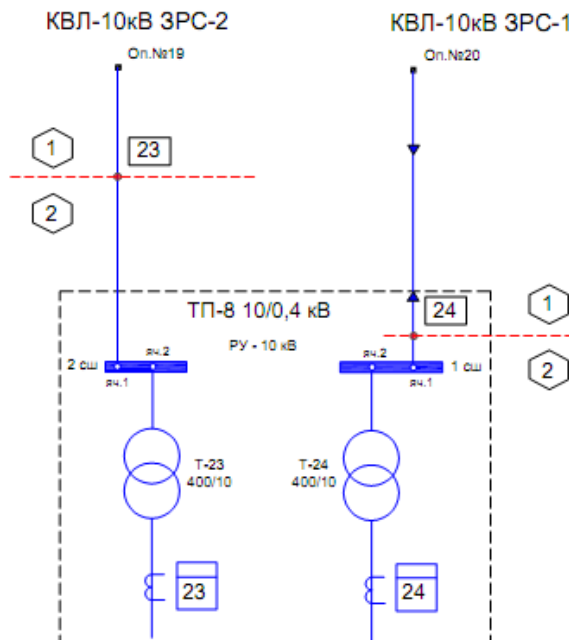
#### 14.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №23.

$$W_{\text{ТП } 23} = W_{P(TI23)} + \Delta W_{\text{тр } T23}$$

15. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №24.

15.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 15.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-24.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ТИ}24)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 24 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}24)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 24 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ}24)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}24)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}24)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}24)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}24)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}24)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TH24)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т24} = \Delta W_{н} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(TH24)}^2 + W_{Q(TH24)}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

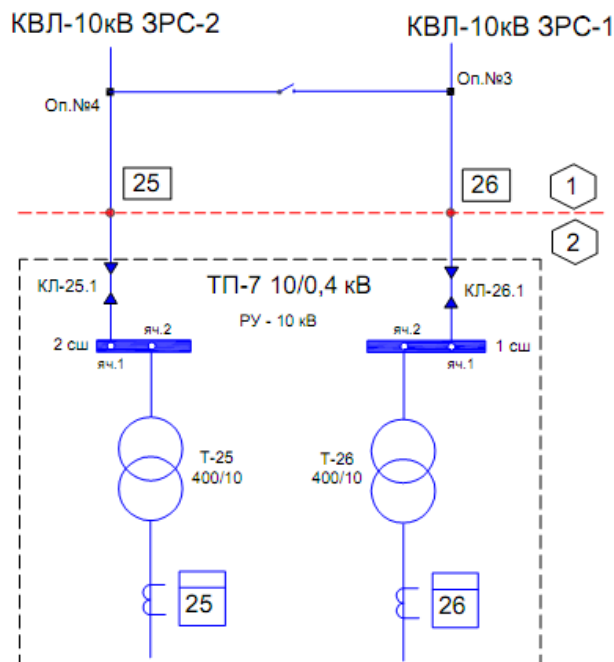
### 15.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №24.

$$W_{ТП 24} = W_{P(TH24)} + \Delta W_{тр Т24}$$

16. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №25.

16.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 16.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-25.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН25)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 25 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН25)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 25 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН25)}^2 + W_{Q(ТН25)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН25)}^2 + W_{Q(ТН25)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН25)}^2 + W_{Q(ТН25)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН25)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т25}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(ТН25)}^2 + W_{Q(ТН25)}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-25 в ТП-7 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т25}} = W_{P(ТН25)} + \Delta W_{\text{тр.Т25}}$$

### 16.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-25.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

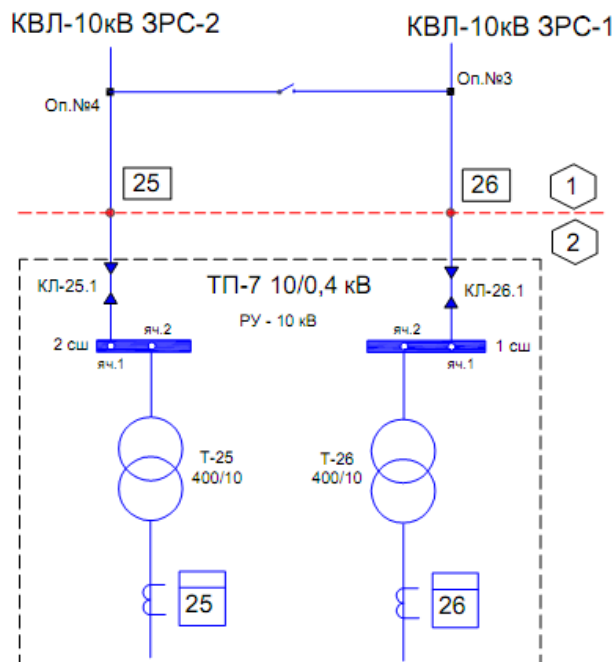
### 16.1.3 Определение объема электроэнергии в точке поставки №25.

$$W_{\text{ТП 25}} = W_{P(ТН25)} + \Delta W_{\text{тр.Т25}} \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

17. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №26.

17.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 17.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-26.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН26)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 26 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН26)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 26 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН26)}^2 + W_{Q(ТН26)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН26)}^2 + W_{Q(ТН26)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН26)}^2 + W_{Q(ТН26)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН26)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр.Т26} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(ТН26)}^2 + W_{Q(ТН26)}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-26 в ТП-7 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т26} = W_{P(ТН26)} + \Delta W_{тр.Т26}$$

### 17.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-26.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 17.1.3 Определение объема электроэнергии в точке поставки №26.

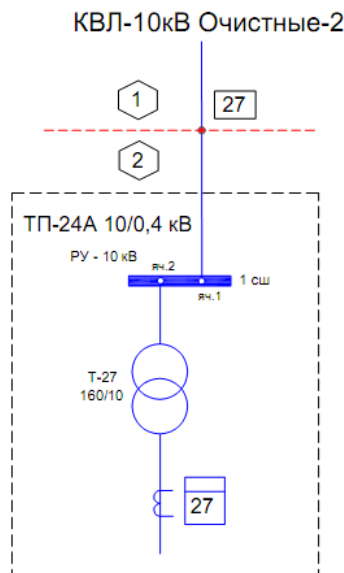
$$W_{ТП 26} = W_{P(ТН26)} + \Delta W_{тр.Т26}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$



18. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №27.

18.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



### 18.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-27.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-160/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 160 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,565 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 2,65 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ27)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 27 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ27)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 27 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{2,65 \cdot 10^2}{160^2} \cdot 10^3 = 10,3515625 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТИ27)}^2 + W_{Q(ТИ27)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ27)}^2 + W_{Q(ТИ27)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 10,3515625 = \\ &= \frac{10,3515625 \cdot 10^{-5} \cdot (W_{P(ТИ27)}^2 + W_{Q(ТИ27)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери  $xx$  в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TH27)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,565 \cdot T = 0,2825, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{TP\ T27} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 20,703125 \cdot 10^{-5} \cdot (W_{P(TH27)}^2 + W_{Q(TH27)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

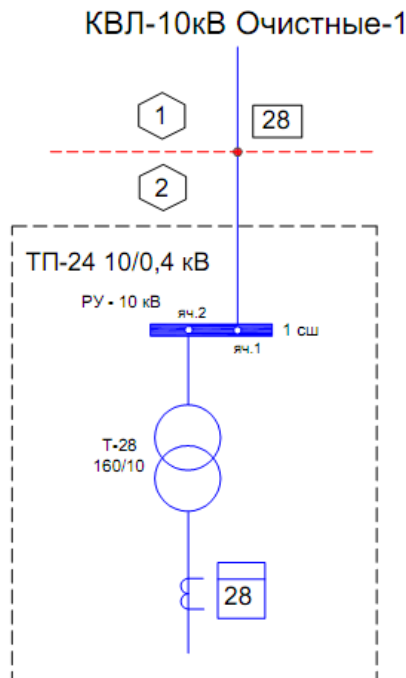
### 18.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №27.

$$W_{TP\ 27} = W_{P(TH27)} + \Delta W_{TP\ T27}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

19. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №28.

19.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская"



#### 19.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-28.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-160/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 160 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,565 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 2,65 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН28)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 28 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН28)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 28 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{2,65 \cdot 10^2}{160^2} \cdot 10^3 = 10,3515625 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН28)}^2 + W_{Q(ТН28)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН28)}^2 + W_{Q(ТН28)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 10,3515625 = \\ &= \frac{10,3515625 \cdot 10^{-5} \cdot (W_{P(ТН28)}^2 + W_{Q(ТН28)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI28)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,565 \cdot T = 0,2825, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т28} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 20,703125 \cdot 10^{-5} \cdot (W_{P(TI28)}^2 + W_{Q(TI28)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

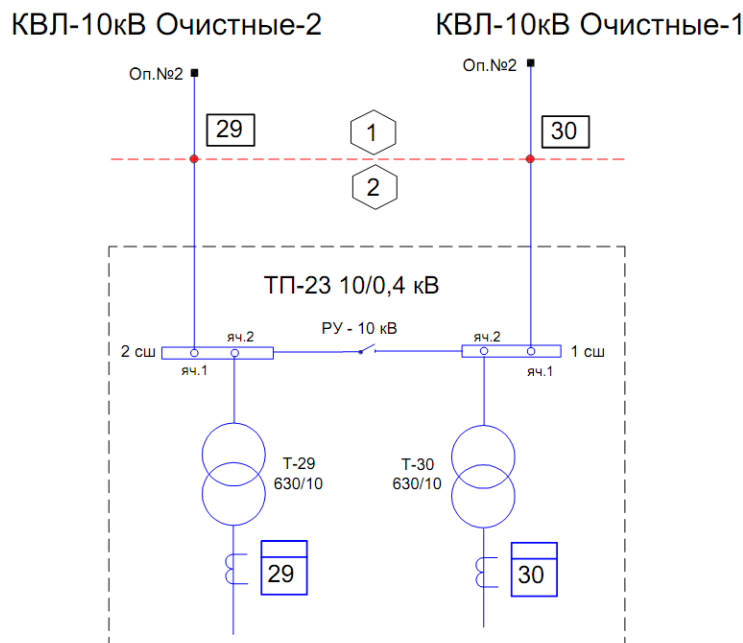
### 19.1.2 Определение объема электроэнергии в точке поставки №28.

$$W_{ТП 28} = W_{P(TI28)} + \Delta W_{тр Т28}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

20. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №29, 30.

20.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 20.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-29.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:

Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);

$S_{ном} = 630$  кВ·А (источник данных – Приложение 1);

$U_{ном} = 10$  кВ (источник данных – Приложение 1);

$\Delta P_{xx} = 1,4$  кВт (источник данных – Приложение 1);

$\Delta P_{кз} = 5,1$  кВт (источник данных – Приложение 1).

- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ29)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 29 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ29)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 29 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТИ29)}^2 + W_{Q(ТИ29)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ29)}^2 + W_{Q(ТИ29)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ29)}^2 + W_{Q(ТИ29)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI29)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр. T29} = \Delta W_{н} + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI29)}^2 + W_{Q(TI29)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-29 в ТП-23 10/0,4 кВ.

$$W_{тр. T29} = W_{P(TI29)} + \Delta W_{тр. T29}$$

## 20.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-30.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TI30)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 30 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TI30)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 30 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(TI30)}^2 + W_{Q(TI30)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(TI30)}^2 + W_{Q(TI30)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI30)}^2 + W_{Q(TI30)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI30)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т30}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{xx}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ30})}^2 + W_{Q(\text{ТИ30})}^2) + \Delta W_{\text{xx}} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-30 в ТП-23 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т30}} = W_{\text{р(ТИ30)}} + \Delta W_{\text{тр.Т30}}$$

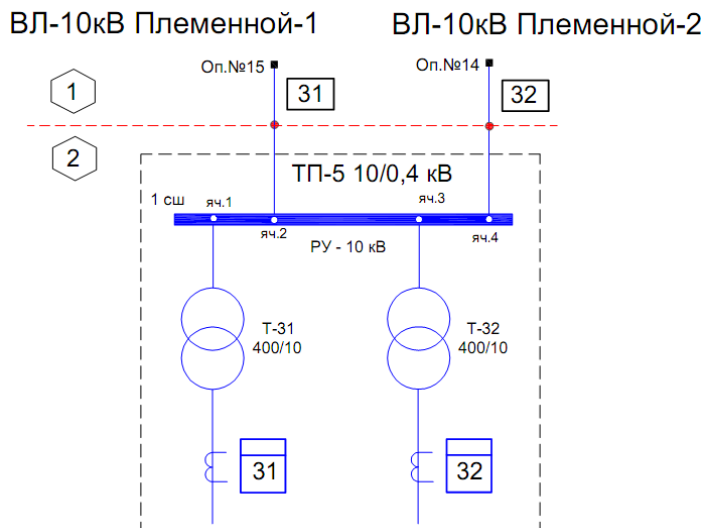
### **20.1.3 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №29, 30.**

$$W_{\text{ТП29, 30}} = W_{\text{р (ТИ29)}} + \Delta W_{\text{тр Т29}} + W_{\text{р (ТИ30)}} + \Delta W_{\text{тр Т30}}$$

21. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №31, 32.

21.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 21.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-31.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН31)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 31 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН31)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 31 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН31)}^2 + W_{Q(ТН31)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН31)}^2 + W_{Q(ТН31)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН31)}^2 + W_{Q(ТН31)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН31)} = 0$ ,



то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т31}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ31})}^2 + W_{Q(\text{ТИ31})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-31 в ТП-5 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т31}} = W_{P(\text{ТИ31})} + \Delta W_{\text{тр.Т31}}$$

### 21.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-32.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ32})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 32 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ32})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 32 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ32})}^2 + W_{Q(\text{ТИ32})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ32})}^2 + W_{Q(\text{ТИ32})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ32})}^2 + W_{Q(\text{ТИ32})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ32})} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т32}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ32})}^2 + W_{Q(\text{ТИ32})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-32 в ТП-5 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т32}} = W_{P(\text{ТИ32})} + \Delta W_{\text{тр.Т32}}$$

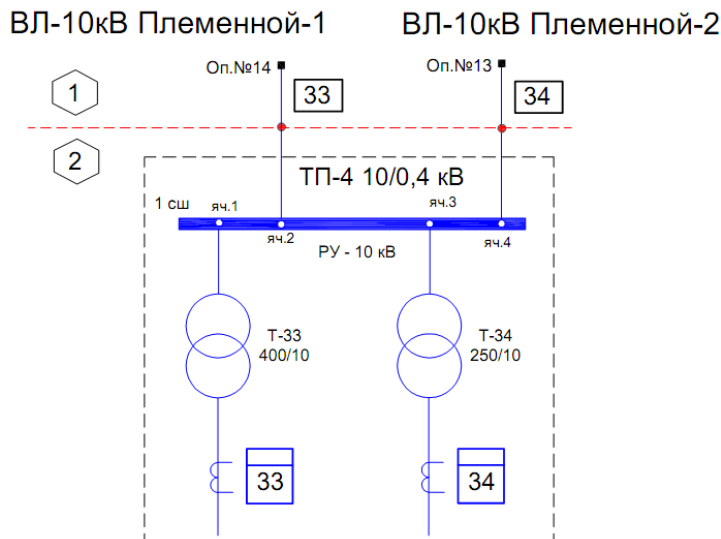
**21.1.3** Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №31, 32.

$$W_{\text{ТП31, 32}} = W_{\text{р (ТИ31)}} + \Delta W_{\text{тр Т31}} + W_{\text{р (ТИ32)}} + \Delta W_{\text{тр Т32}}$$

22. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №33, 34.

22.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 22.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-33.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН33)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 33 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН33)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 33 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН33)}^2 + W_{Q(ТН33)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН33)}^2 + W_{Q(ТН33)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН33)}^2 + W_{Q(ТН33)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери  $xx$  в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН33)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т33} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН33)}^2 + W_{Q(ТН33)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-33 в ТП-4 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т33} = W_{P(ТН33)} + \Delta W_{тр.Т33}$$

## 22.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-34.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:

Тип – ТМ-250/10 (источник данных – Приложение 1);

$S_{ном} = 250 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);

$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);

$\Delta P_{xx} = 0,82 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);

$\Delta P_{кз} = 3,7 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).

- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТН34)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 34 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН34)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 34 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{3,7 \cdot 10^2}{250^2} \cdot 10^3 = 5,92 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН34)}^2 + W_{Q(ТН34)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН34)}^2 + W_{Q(ТН34)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 5,92 = \\ &= \frac{59,2 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН34)}^2 + W_{Q(ТН34)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери  $xx$  в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН34)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,82 \cdot T = 0,41, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т34} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 118,4 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН34)}^2 + W_{Q(ТН34)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-34 в ТП-4 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т34} = W_{P(ТН34)} + \Delta W_{тр.Т34}$$

### 22.1.3 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №33, 34.

$$W_{\text{ТП33, 34}} = W_{\text{р (ТИ33)}} + \Delta W_{\text{тр Т33}} + W_{\text{р (ТИ34)}} + \Delta W_{\text{тр Т34}}$$



$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТИ35})}^2 + W_{Q(\text{ТИ35})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ35})}^2 + W_{Q(\text{ТИ35})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ35})}^2 + W_{Q(\text{ТИ35})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ35})} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т35}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ35})}^2 + W_{Q(\text{ТИ35})}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-35 в ТП-30 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т35}} = W_{P(\text{ТИ35})} + \Delta W_{\text{тр.Т35}}$$

### 23.1.2 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-35.1.

Исходные данные

- Воздушная линия 10 кВ:

Марка провода – АС-50 (источник данных – Приложение 1);

$U_{\text{ном}} = 10$  кВ (источник данных – Приложение 1);

$L = 0,1$  км (источник данных – Приложение 1);

$n = 1$  (источник данных – Приложение 1);

$r_0 = 0,59$  Ом/км (источник данных – [3], табл.3.69, стр.221);

$\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}} = 0,26$  тыс. кВт·ч/км в год (источник данных – [1] табл.8, стр.17);

Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.

Определяем  $\text{tg } \phi$  по формуле:

$$\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-35.1}} = \frac{W_{Q(\text{ТИ35})}}{W_{P(\text{ТИ35})}},$$

Но если  $W_{P(\text{ТИ35})} = 0$ ,

То  $\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-35.1}} = 0$

Эквивалентное сопротивление воздушной линии рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n = 0,59 \cdot 0,1 / 1 = 0,0059 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в воздушной линии производится по формуле:

При выводе из работы силового трансформатора, с воздушной линии снимается нагрузка, следовательно, потери в воздушной линии в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ35})} = 0$

То  $\Delta W_{\text{ВЛ-35.1}} = 0$

Иначе:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{\text{тр.Т35}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-35.1}})}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} =$$

$$\frac{W_{\text{тр.Т35}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-35.1}})}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 0,059 =$$

$$\frac{0,59 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{тр.Т35}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-35.1}})}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot n \cdot 10^3 = \frac{0,26}{8760} \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot T \cdot 10^3 = 0,002968 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в воздушной линии рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{ВЛ-35.1}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \left[ 1,18 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{тр.Т35}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-35.1}}) + 0,001484 \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

### 23.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-36.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{\text{Р(ТН36)}}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 36 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{\text{Q(ТН36)}}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 36 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{\text{Р(ТН36)}}^2 + W_{\text{Q(ТН36)}}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{\text{Р(ТН36)}}^2 + W_{\text{Q(ТН36)}}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{\text{Р(ТН36)}}^2 + W_{\text{Q(ТН36)}}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{\text{Р(ТН36)}} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:



$$\Delta W_{\text{тр Т36}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ36})}^2 + W_{Q(\text{ТИ36})}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-36 в ТП-30 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т36}} = W_{P(\text{ТИ36})} + \Delta W_{\text{тр.Т36}}$$

### 23.1.4 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-36.1.

Исходные данные

- Воздушная линия 10 кВ:

Марка провода – АС-50 (источник данных – Приложение 1);

$U_{\text{ном}} = 10$  кВ (источник данных – Приложение 1);

$L = 0,1$  км (источник данных – Приложение 1);

$n = 1$  (источник данных – Приложение 1);

$r_0 = 0,59$  Ом/км (источник данных – [3], табл.3.69, стр.221);

$\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}} = 0,26$  тыс. кВт·ч/км в год (источник данных – [1] табл.8, стр.17);

Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.

Определяем  $\text{tg } \phi$  по формуле:

$$\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-36.1}} = \frac{W_{Q(\text{ТИ36})}}{W_{P(\text{ТИ36})}},$$

Но если  $W_{P(\text{ТИ36})} = 0$ ,

То  $\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-36.1}} = 0$

Эквивалентное сопротивление воздушной линии рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n = 0,59 \cdot 0,1 / 1 = 0,0059 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в воздушной линии производится по формуле:

При выводе из работы силового трансформатора, с воздушной линии снимается нагрузка, следовательно, потери в воздушной линии в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ36})} = 0$

То  $\Delta W_{\text{ВЛ-36.1}} = 0$

Иначе:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{\text{тр.Т36}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-36.1}})}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \\ &= \frac{W_{\text{тр.Т36}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-36.1}})}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 0,0059 = \\ &= \frac{0,59 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{тр.Т36}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-36.1}})}{T}, \text{ кВт}\cdot\text{ч} \end{aligned}$$

Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot n \cdot 10^3 = \frac{0,26}{8760} \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot T \cdot 10^3 = 0,002968 \cdot T, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Потери в воздушной линии рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{ВЛ-36.1}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \left[ 1,18 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{тр.Т36}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-36.1}}) + 0,001484 \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

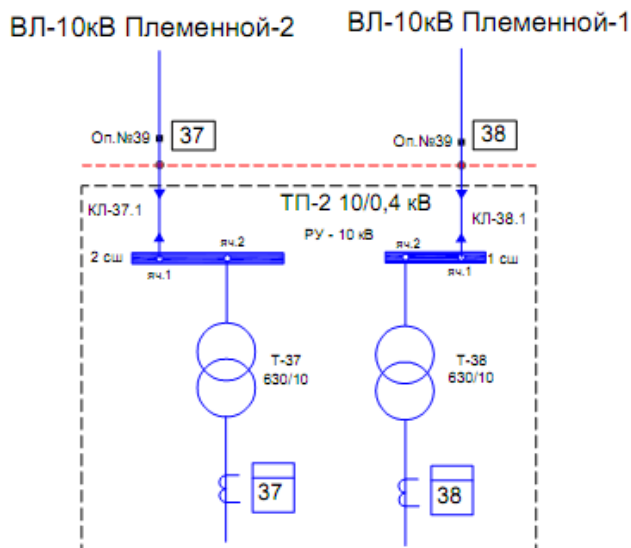
### 23.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №35, 36.

$$W_{\text{ТП35, 36}} = W_{\text{p (ТИ35)}} + \Delta W_{\text{тр Т35}} + \Delta W_{\text{ВЛ-35.1}} + W_{\text{p (ТИ36)}} + \Delta W_{\text{тр Т36}} + \Delta W_{\text{ВЛ-36.1}}$$

24. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №37.

24.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



#### 24.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-37.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ТИ37})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 37 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ37})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 37 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ37})}^2 + W_{Q(\text{ТИ37})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ37})}^2 + W_{Q(\text{ТИ37})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ37})}^2 + W_{Q(\text{ТИ37})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН37)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр.Т37} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН37)}^2 + W_{Q(ТН37)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-37 в ТП-2 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т37} = W_{P(ТН37)} + \Delta W_{тр.Т37}$$

#### 24.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-37.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

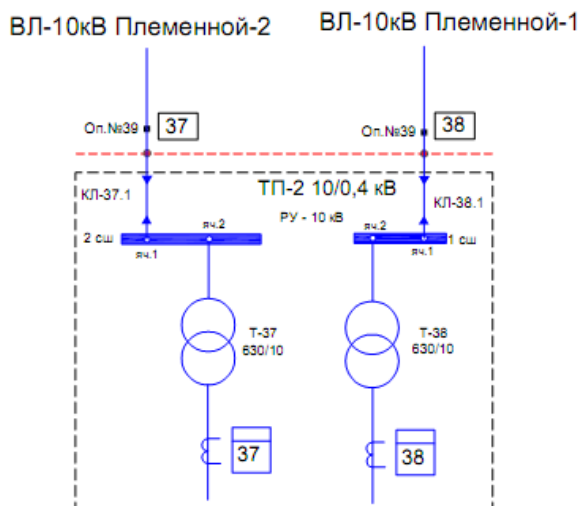
#### 24.1.3 Определение объема электроэнергии в точке поставки №37.

$$W_{ТП 37} = W_{P(ТН37)} + \Delta W_{тр.Т37}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

25. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в точке поставки №38.

25.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 25.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-38.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ}38)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 38 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}38)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 38 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ}38)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}38)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}38)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}38)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}38)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}38)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН38)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр.Т38} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН38)}^2 + W_{Q(ТН38)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-38 в ТП-2 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т38} = W_{P(ТН38)} + \Delta W_{тр.Т38}$$

### 25.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-38.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

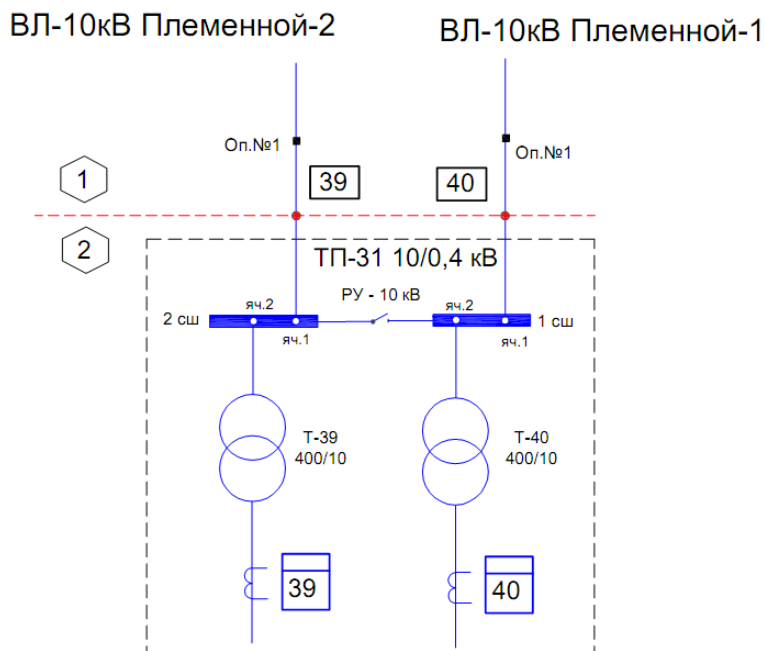
### 25.1.3 Определение объема электроэнергии в точке поставки №38.

$$W_{ТП 38} = W_{P(ТН38)} + \Delta W_{тр.Т38}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

26. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №39, 40.

26.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 26.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-39.

#### Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(\text{ти39})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 39 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ти39})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 39 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ти39})}^2 + W_{Q(\text{ти39})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ти39})}^2 + W_{Q(\text{ти39})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ти39})}^2 + W_{Q(\text{ти39})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН39)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т39} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН39)}^2 + W_{Q(ТН39)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-39 в ТП-31 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т39} = W_{P(ТН39)} + \Delta W_{тр.Т39}$$

## 26.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-40.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТН40)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 40 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН40)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 40 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН40)}^2 + W_{Q(ТН40)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН40)}^2 + W_{Q(ТН40)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН40)}^2 + W_{Q(ТН40)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН40)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т40} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН40)}^2 + W_{Q(ТН40)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$



Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-40 в ТП-30 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т40}} = W_{\text{р(ТИ40)}} + \Delta W_{\text{тр.Т40}}$$

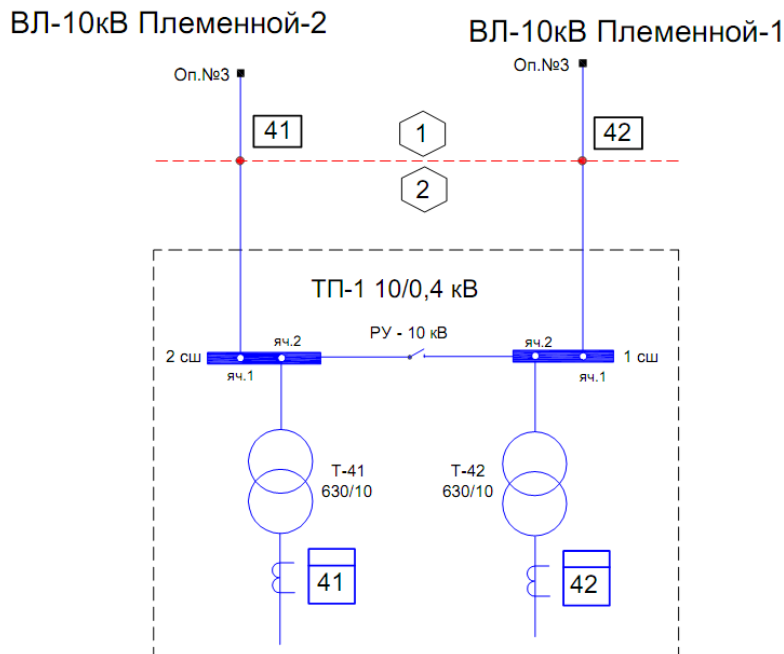
**26.1.3** Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №39, 40.

$$W_{\text{ТП39, 40}} = W_{\text{р(ТИ39)}} + \Delta W_{\text{тр Т39}} + W_{\text{р(ТИ40)}} + \Delta W_{\text{тр Т40}}$$

27. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №41, 42.

27.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 27.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-41.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН41)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 41 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН41)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 41 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТН41)}^2 + W_{Q(ТН41)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН41)}^2 + W_{Q(ТН41)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН41)}^2 + W_{Q(ТН41)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН41)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр.Т41} = \Delta W_{н} + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН41)}^2 + W_{Q(ТН41)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-41 в ТП-1 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т41} = W_{P(ТН41)} + \Delta W_{тр.Т41}$$

## 27.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-42.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТН42)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 42 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН42)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 42 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТН42)}^2 + W_{Q(ТН42)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН42)}^2 + W_{Q(ТН42)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН42)}^2 + W_{Q(ТН42)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН42)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т42}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{xx}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ42})}^2 + W_{Q(\text{ТИ42})}^2) + \Delta W_{\text{xx}} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-30 в ТП-23 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т42}} = W_{P(\text{ТИ42})} + \Delta W_{\text{тр.Т42}}$$

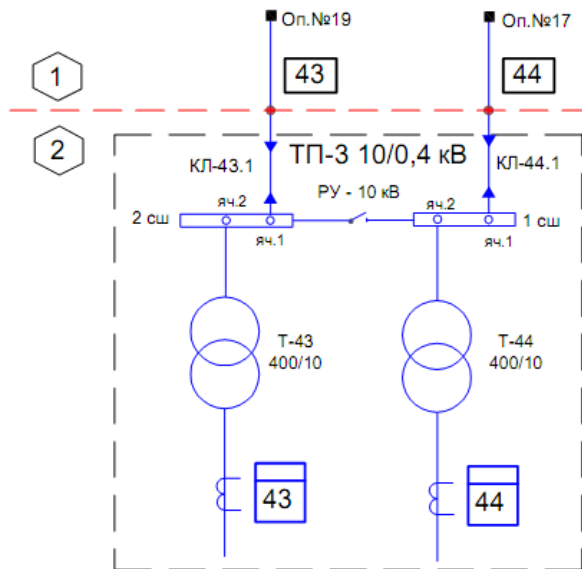
**27.1.3** Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №41, 42.

$$W_{\text{ТП41, 42}} = W_{P(\text{ТИ41})} + \Delta W_{\text{тр Т41}} + W_{P(\text{ТИ42})} + \Delta W_{\text{тр Т42}}$$

28. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №43, 44.

28.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 28.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-43.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ43)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 43 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ43)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 43 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТИ43)}^2 + W_{Q(ТИ43)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ43)}^2 + W_{Q(ТИ43)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ43)}^2 + W_{Q(ТИ43)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери xx в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТИ43)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр.Т43} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ43)}^2 + W_{Q(ТИ43)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-43 в ТП-3 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т43} = W_{P(ТИ43)} + \Delta W_{тр.Т43}$$

### 28.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-43.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 28.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-44.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ44)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 44 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ44)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 44 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТИ44)}^2 + W_{Q(ТИ44)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ44)}^2 + W_{Q(ТИ44)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ44)}^2 + W_{Q(ТИ44)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТИ44)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т44}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{xx}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(\text{ТИ44})}^2 + W_{Q(\text{ТИ44})}^2 \right) + \Delta W_{\text{xx}} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-44 в ТП-3 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т44}} = W_{P(\text{ТИ44})} + \Delta W_{\text{тр.Т44}}$$

#### 28.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-44.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

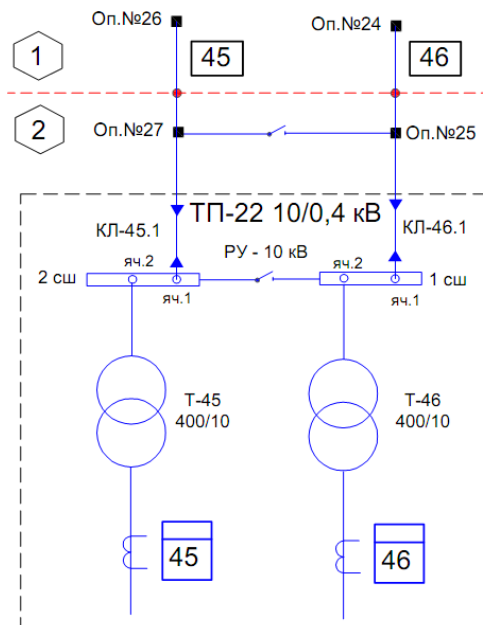
#### 28.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №43, 44.

$$W_{\text{ТП43, 44}} = W_{P(\text{ТИ43})} + \Delta W_{\text{тр Т43}} + W_{P(\text{ТИ44})} + \Delta W_{\text{тр Т44}}$$

29. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №45, 46.

29.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 29.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-45.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{хх} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТН45)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 45 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН45)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 45 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТН45)}^2 + W_{Q(ТН45)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН45)}^2 + W_{Q(ТН45)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН45)}^2 + W_{Q(ТН45)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$



При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН45)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр Т45} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН45)}^2 + W_{Q(ТН45)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-45 в ТП-22 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т45} = W_{P(ТН45)} + \Delta W_{тр.Т45}$$

### 29.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-45.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 29.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-46.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТН46)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 46 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН46)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 46 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТН46)}^2 + W_{Q(ТН46)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТН46)}^2 + W_{Q(ТН46)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН46)}^2 + W_{Q(ТН46)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН46)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т46}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot \left( W_{P(\text{ТИ46})}^2 + W_{Q(\text{ТИ46})}^2 \right) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт}\cdot\text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-46 в ТП-22 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т46}} = W_{P(\text{ТИ46})} + \Delta W_{\text{тр.Т46}}$$

#### 29.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-46.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

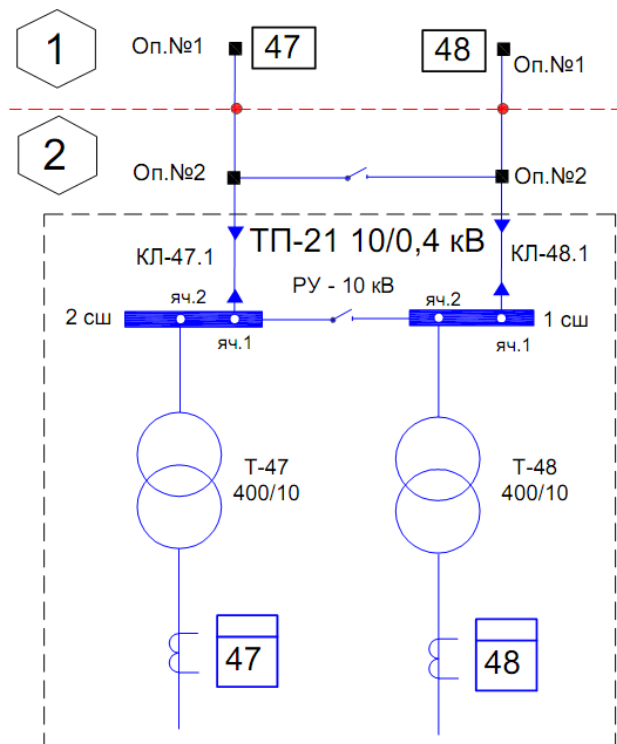
#### 29.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №45, 46.

$$W_{\text{ТП45, 46}} = W_{P(\text{ТИ45})} + \Delta W_{\text{тр Т45}} + W_{P(\text{ТИ46})} + \Delta W_{\text{тр Т46}} +$$

30. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №47, 48.

30.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 30.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-47.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{хх} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ти47)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 47 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ти47)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 47 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}47)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}47)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ}47)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}47)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}47)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}47)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ}47)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т47}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ}47)}^2 + W_{Q(\text{ТИ}47)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-47 в ТП-21 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т47}} = W_{P(\text{ТИ}47)} + \Delta W_{\text{тр.Т47}}$$

### 30.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-47.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 30.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-48.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ}48)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 48 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ}48)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 48 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(ТН48)}^2 + W_{Q(ТН48)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(ТН48)}^2 + W_{Q(ТН48)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН48)}^2 + W_{Q(ТН48)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН48)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т48}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН48)}^2 + W_{Q(ТН48)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-48 в ТП-21 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т48}} = W_{P(ТН48)} + \Delta W_{\text{тр.Т48}}$$

#### 30.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-48.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

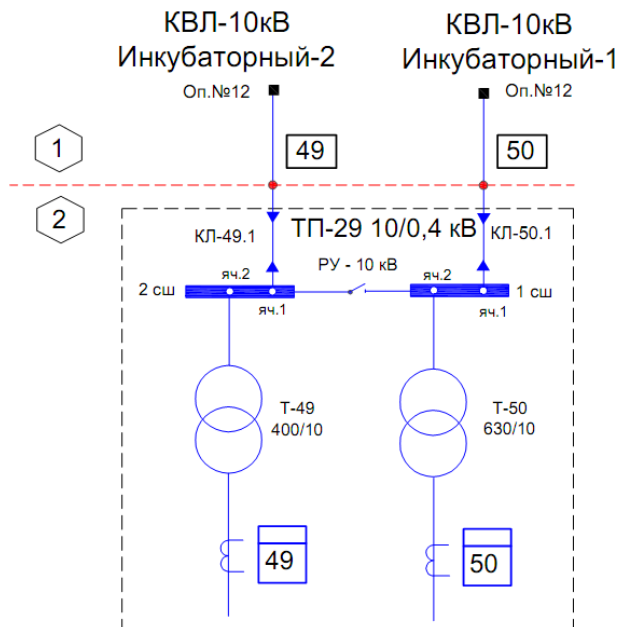
#### 30.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №47, 48.

$$W_{\text{ТП47, 48}} = W_{P(ТН47)} + \Delta W_{\text{тр Т47}} + W_{P(ТН48)} + \Delta W_{\text{тр Т48}}$$

31. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №49, 50.

31.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 31.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-49.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{P(ТИ49)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 49 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ49)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 49 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТИ49)}^2 + W_{Q(ТИ49)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ49)}^2 + W_{Q(ТИ49)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ49)}^2 + W_{Q(ТИ49)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТИ49)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{тр.Т49} = \Delta W_{н} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ49)}^2 + W_{Q(ТИ49)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-49 в ТП-29 10/0,4 кВ.

$$W_{тр.Т49} = W_{P(ТИ49)} + \Delta W_{тр.Т49}$$

### 31.1.2 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-49.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 31.1.3 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-50.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ50)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 50 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ50)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 50 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{н} &= \frac{W_{P(ТИ50)}^2 + W_{Q(ТИ50)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ50)}^2 + W_{Q(ТИ50)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 = \\ &= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ50)}^2 + W_{Q(ТИ50)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТИ50)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т50}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ50})}^2 + W_{Q(\text{ТИ50})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-50 в ТП-29 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т50}} = W_{P(\text{ТИ50})} + \Delta W_{\text{тр.Т50}}$$

#### 31.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-50.1.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

#### 31.1.5 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №49, 50.

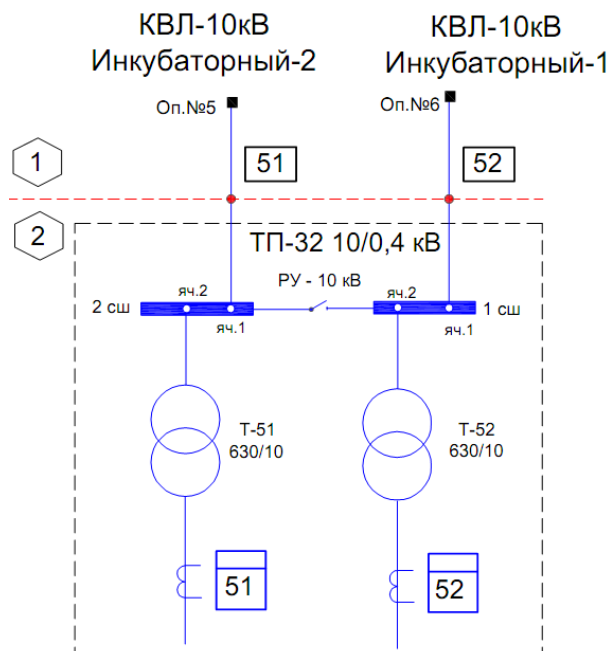
$$W_{\text{ТП49, 50}} = W_{P(\text{ТИ49})} + \Delta W_{\text{тр Т49}} + W_{P(\text{ТИ50})} + \Delta W_{\text{тр Т50}} +$$



32. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №51, 52.

32.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 32.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-51.

## Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
 Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{\text{P(ТИ51)}}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 51 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{\text{Q(ТИ51)}}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 51 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{ЭК}} = \frac{\Delta P_{\text{КЗ}} \cdot U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(TИ51)}^2 + W_{Q(TИ51)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TИ51)}^2 + W_{Q(TИ51)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TИ51)}^2 + W_{Q(TИ51)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TИ51)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т51}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TИ51)}^2 + W_{Q(TИ51)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-51 в ТП-32 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т51}} = W_{P(TИ51)} + \Delta W_{\text{тр.Т51}}$$

### 32.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-52.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-630/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 1,4 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 5,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TИ52)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 52 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TИ52)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 52 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{5,1 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 10^3 = 1,285 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(TИ52)}^2 + W_{Q(TИ52)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TИ52)}^2 + W_{Q(TИ52)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 1,285 =$$

$$= \frac{12,85 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TИ52)}^2 + W_{Q(TИ52)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TИ52)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 1,4 \cdot T = 0,7, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т52}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 25,7 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТН52})}^2 + W_{Q(\text{ТН52})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-52 в ТП-32 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т52}} = W_{P(\text{ТН52})} + \Delta W_{\text{тр.Т52}}$$

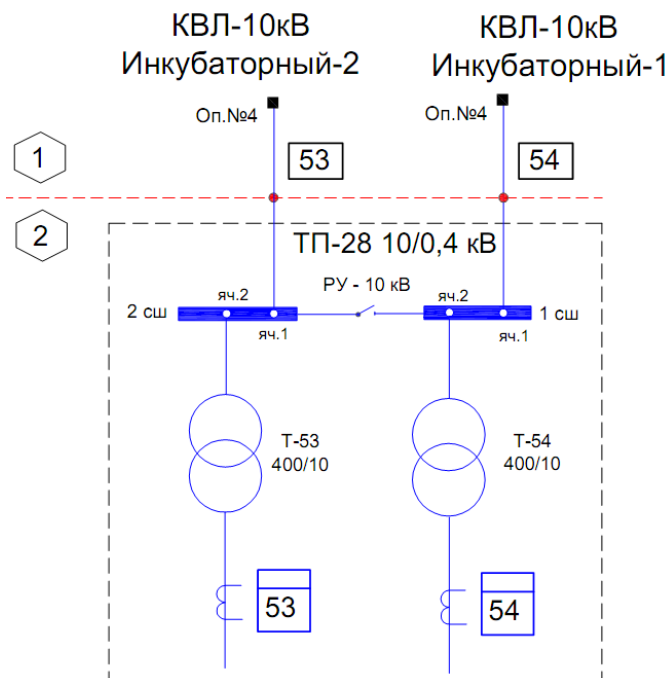
### **32.1.3 Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №51, 52.**

$$W_{\text{ТП51, 52}} = W_{P(\text{ТН51})} + \Delta W_{\text{тр Т51}} + W_{P(\text{ТН52})} + \Delta W_{\text{тр Т52}}$$

33. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №53, 54.

33.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 33.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-53.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТИ53)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 53 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТИ53)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 53 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(ТИ53)}^2 + W_{Q(ТИ53)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(ТИ53)}^2 + W_{Q(ТИ53)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТИ53)}^2 + W_{Q(ТИ53)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TH53)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{TP\ T53} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TH53)}^2 + W_{Q(TH53)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-53 в ТП-28 10/0,4 кВ.

$$W_{TP.T53} = W_{P(TH53)} + \Delta W_{TP.T53}$$

### 33.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-54.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{ном} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{ном} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{кз} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(TH54)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 54 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TH54)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 54 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{эк} = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_n &= \frac{W_{P(TH54)}^2 + W_{Q(TH54)}^2}{U_{ном}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{эк} = \frac{W_{P(TH54)}^2 + W_{Q(TH54)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TH54)}^2 + W_{Q(TH54)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TH54)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{xx} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{TP\ T54} = \Delta W_n + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TH54)}^2 + W_{Q(TH54)}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-54 в ТП-28 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т54}} = W_{\text{р(ТИ54)}} + \Delta W_{\text{тр.Т54}}$$

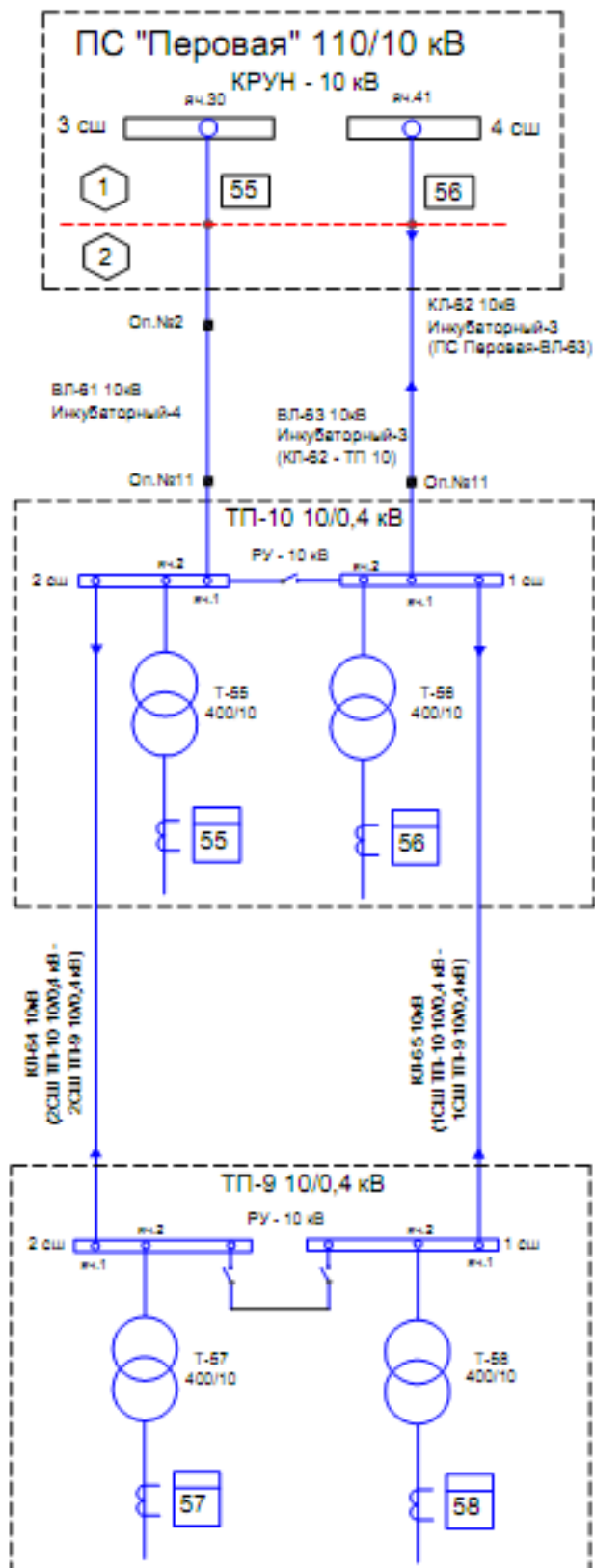
**33.1.3** Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №53, 54.

$$W_{\text{ТП53, 54}} = W_{\text{р(ТИ53)}} + \Delta W_{\text{тр Т53}} + W_{\text{р(ТИ54)}} + \Delta W_{\text{тр Т54}}$$

34. Расчет потерь электроэнергии в элементах электрической сети и определение объема электроэнергии с учетом расчетных потерь в групповой точке поставки №55, 56, 57, 58.

34.1 Для определения величины потерь используется следующий алгоритм расчета:

Фрагмент однолинейной схемы сети 10 кВ ОАО "Птицефабрика "Рефтинская")



### 34.1.1 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-57.

#### Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(\text{ТИ57})}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 57 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(\text{ТИ57})}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 57 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(\text{ТИ57})}^2 + W_{Q(\text{ТИ57})}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(\text{ТИ57})}^2 + W_{Q(\text{ТИ57})}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ57})}^2 + W_{Q(\text{ТИ57})}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ57})} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{xx}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{xx}} = \Delta P_{\text{xx}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр Т57}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{xx}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ57})}^2 + W_{Q(\text{ТИ57})}^2) + \Delta W_{\text{xx}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-57 в ТП-9 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т57}} = W_{P(\text{ТИ57})} + \Delta W_{\text{тр.Т57}}$$

### 34.1.2 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-58.

#### Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{xx}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.



- $W_{P(TI58)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 58 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(TI58)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 58 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{P(TI58)}^2 + W_{Q(TI58)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(TI58)}^2 + W_{Q(TI58)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI58)}^2 + W_{Q(TI58)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(TI58)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т58}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(TI58)}^2 + W_{Q(TI58)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-58 в ТП-9 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т58}} = W_{P(TI58)} + \Delta W_{\text{тр.Т58}}$$

### 34.1.3 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-64.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 34.1.4 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-65.

**! Расчет потерь в кабельной линии малой протяженности не производится в связи с тем, что величина потерь не превышает 0,3 от величины Абсолютной общей погрешности ИК. Обоснование приведено в Приложении 2.**

### 34.1.5 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-55.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
 Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).

- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.
- $W_{P(ТН55)}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 55 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{Q(ТН55)}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 55 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{P(ТН55)}^2 + W_{Q(ТН55)}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{P(ТН55)}^2 + W_{Q(ТН55)}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 = \\ &= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН55)}^2 + W_{Q(ТН55)}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(ТН55)} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т55}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{хх}} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(ТН55)}^2 + W_{Q(ТН55)}^2) + \Delta W_{\text{хх}} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-55 в ТП-10 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т55}} = W_{P(ТН55)} + \Delta W_{\text{тр.Т55}}$$

Определение количества электроэнергии в конце участка ВЛ-61 10 кВ Инкубаторный-4 на опоре №11.

$$W_{\text{конец ВЛ-61оп.11}} = W_{P(ТН57)} + \Delta W_{\text{тр.Т57}} + W_{P(ТН55)} + \Delta W_{\text{тр.Т55}}$$

### 34.1.6 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-61 Инкубаторный-4 пролет опор 2 – 11.

Исходные данные

- Воздушная линия 10 кВ:
- Марка провода – СИП-3 1х50 (источник данных – Приложение 1);
- $U_{\text{ном}} = 10$  кВ (источник данных – Приложение 1);
- $L = 0,470$  км (источник данных – Приложение 1);
- $n = 1$  (источник данных – Приложение 1);
- $r_0 = 0,59$  Ом/км (источник данных – [3], табл.3.69, стр.221);
- $\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}} = 0,26$  тыс. кВт·ч/км в год (источник данных – [1] табл.8, стр.17);
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30$  минут.

Определяем  $\text{tg } \phi$  по формуле:

$$\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}} = \frac{W_{Q(ТН55)} + W_{Q(ТН57)}}{W_{P(ТН55)} + W_{P(ТН57)}},$$

Но если  $W_{P(ТН55)} + W_{P(ТН57)} = 0$ ,

$$\text{То } \operatorname{tg} \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}} = 0$$

Эквивалентное сопротивление воздушной линии рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n = 0,59 \cdot 0,470 / 1 = 0,2773 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в воздушной линии производится по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{\text{конец ВЛ-61 оп.11}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}})}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \\ &= \frac{W_{\text{конец ВЛ-61 оп.11}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}})}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 0,2773 = \\ &= \frac{2,773 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{конец ВЛ-61 оп.11}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}})}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot n \cdot 10^3 = \frac{0,26}{8760} \cdot 0,47 \cdot 1 \cdot T \cdot 10^3 = 0,0139 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в воздушной линии рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \left[ 5,546 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{конец ВЛ-61 оп.11}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}}) + 0,0069 \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Определение количества электроэнергии в воздушной линии ВЛ-61 10 кВ Инкубаторный-4 на опоре №2.

$$W_{\text{ВЛ-61 оп.2}} = W_{\text{Р(ТИ57)}} + \Delta W_{\text{тр.Т57}} + W_{\text{Р(ТИ55)}} + \Delta W_{\text{тр.Т55}} + \Delta W_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

**3.3.1 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-61 Инкубаторный-4 между опорой № 2 и проходными изоляторами КРУН-10кВ ПС 110/10 кВ Перовая (Зсш яч. 30).**

Исходные данные

- Воздушная линия 10 кВ:

Марка провода – А-70 (источник данных – Приложение 1);

$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);

$L = 0,05 \text{ км}$  (источник данных – Приложение 1);

$n = 1$  (источник данных – Приложение 1);

$r_0 = 0,42 \text{ Ом/км}$  (источник данных – [3], табл.3.69, стр.221);

$\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}} = 0,26 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/км в год}$  (источник данных – [1] табл.8, стр.17);

Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30 \text{ минут}$ .

Определяем  $\operatorname{tg} \phi$  по формуле:

$$\operatorname{tg} \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-КРУН}} = \frac{W_{\text{Q(ТИ55)}} + W_{\text{Q(ТИ57)}}}{W_{\text{Р(ТИ55)}} + W_{\text{Р(ТИ57)}}},$$

Но если  $W_{\text{Р(ТИ55)}} + W_{\text{Р(ТИ57)}} = 0$ ,

$$\text{То } \operatorname{tg} \phi_{\text{ВЛ-61 оп.2-КРУН}} = 0$$

Эквивалентное сопротивление воздушной линии рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n = 0,59 \cdot 0,05 / 1 = 0,0295 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в воздушной линии производится по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{\text{ВЛ-61 оп. 2}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп. 2-КРУН}})}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} =$$

$$\frac{W_{\text{ВЛ-61 оп. 2}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп. 2-КРУН}})}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 0,0295 =$$

$$\frac{2,95 \cdot 10^{-7} \cdot W_{\text{ВЛ-61 оп. 2}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп. 2-КРУН}})}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot n \cdot 10^3 = \frac{0,26}{8760} \cdot 0,05 \cdot 1 \cdot T \cdot 10^3 = 0,00148 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в воздушной линии рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{ВЛ-61 оп. 2-КРУН}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \left[ 5,9 \cdot 10^{-7} \cdot W_{\text{ВЛ-61 оп. 2}}^2 \cdot (1 + \operatorname{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-61 оп. 2-КРУН}}) + 0,00074 \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Определение количества электроэнергии в начале воздушной линии ВЛ-61 10 кВ Инкубаторный-4 в яч. 30, 3сш КРУН-10 кВ, ПС 110/10 кВ Перовая.

$$W_{\text{начало ВЛ-61}} = W_{\text{Р(ТИ57)}} + \Delta W_{\text{тр. Т57}} + W_{\text{Р(ТИ55)}} + \Delta W_{\text{тр. Т55}} + \Delta W_{\text{ВЛ-61 оп. 2-11}} + \Delta W_{\text{ВЛ-61 оп. 2-КРУН}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

### 34.1.7 Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе Т-56.

Исходные данные

- Силовой трансформатор:  
Тип – ТМ-400/10 (источник данных – Приложение 1);  
 $S_{\text{ном}} = 400 \text{ кВ} \cdot \text{А}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{хх}} = 0,9 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1);  
 $\Delta P_{\text{кз}} = 4,1 \text{ кВт}$  (источник данных – Приложение 1).
- Продолжительность расчетного интервала времени  $T$  – 30 минут.
- $W_{\text{Р(ТИ56)}}$  – расход активной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 56 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.
- $W_{\text{Q(ТИ56)}}$  – расход реактивной электроэнергии, учтенный расчетным прибором учета электроэнергии в точке измерения № 56 за расчетный интервал времени  $T$ , кВт·ч.

Эквивалентное сопротивление силового трансформатора рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = \frac{\Delta P_{\text{кз}} \cdot U_{\text{ном}}^2}{S_{\text{ном}}^2} \cdot 10^3 = \frac{4,1 \cdot 10^2}{400^2} \cdot 10^3 = 2,563 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в силовом трансформаторе определяется по формуле:

$$\Delta W_{\text{н}} = \frac{W_{\text{Р(ТИ56)}}^2 + W_{\text{Q(ТИ56)}}^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \frac{W_{\text{Р(ТИ56)}}^2 + W_{\text{Q(ТИ56)}}^2}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 2,563 =$$

$$= \frac{25,63 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{\text{Р(ТИ56)}}^2 + W_{\text{Q(ТИ56)}}^2)}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

При отсутствии нагрузки, силовой трансформатор выводится из работы, следовательно, потери хх в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{\text{Р(ТИ56)}} = 0$ ,

то  $\Delta W_{\text{хх}} = 0$

иначе, потери холостого хода рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T = 0,9 \cdot T = 0,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в трехфазном двухобмоточном трансформаторе рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{тр.Т56}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{xx} = \left[ 51,25 \cdot 10^{-6} \cdot (W_{P(\text{ТИ56})}^2 + W_{Q(\text{ТИ56})}^2) + \Delta W_{xx} \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Определение количества электроэнергии на стороне 10 кВ трансформатора Т-56 в ТП-10 10/0,4 кВ.

$$W_{\text{тр.Т56}} = W_{P(\text{ТИ56})} + \Delta W_{\text{тр.Т56}}$$

Определение количества электроэнергии в конце участка ВЛ-63 10 кВ Инкубаторный-3 на опоре №11.

$$W_{\text{конец ВЛ-63 оп.11}} = W_{P(\text{ТИ58})} + \Delta W_{\text{тр.Т58}} + W_{P(\text{ТИ56})} + \Delta W_{\text{тр.Т56}}$$

### 34.1.8 Расчет потерь электроэнергии в воздушной линии ВЛ-63 Инкубаторный-3 между опорой № 11 и концом КЛ-62 кВ Инкубаторный-3.

Исходные данные

- Воздушная линия 10 кВ:

Марка провода – СИП-3 1х50 (источник данных – Приложение 1);

$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);

$L = 0,450 \text{ км}$  (источник данных – Приложение 1);

$n = 1$  (источник данных – Приложение 1);

$r_0 = 0,59 \text{ Ом/км}$  (источник данных – [3], табл.3.69, стр.221);

$\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}} = 0,26 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/км в год}$  (источник данных – [1] табл.8, стр.17);

Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30 \text{ минут}$ .

Определяем  $\text{tg } \phi$  по формуле:

$$\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}} = \frac{W_{Q(\text{ТИ56})} + W_{Q(\text{ТИ58})}}{W_{P(\text{ТИ56})} + W_{P(\text{ТИ58})}},$$

Но если  $W_{P(\text{ТИ56})} + W_{P(\text{ТИ58})} = 0$ ,

То  $\text{tg } \phi_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}} = 0$

Эквивалентное сопротивление воздушной линии рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n = 0,59 \cdot 0,450 / 1 = 0,2655 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в воздушной линии производится по формуле:

При выводе из работы силового трансформатора, с воздушной линии снимается нагрузка, следовательно, потери в воздушной линии в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{P(\text{ТИ56})} + W_{P(\text{ТИ58})} = 0$

То  $\Delta W_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}} = 0$

Иначе:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{\text{конец ВЛ-63 оп.11}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}})}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \\ &= \frac{W_{\text{конец ВЛ-63 оп.11}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}})}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 0,2655 = \\ &= \frac{2,655 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{конец ВЛ-63 оп.11}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}})}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

Потери от токов утечки по изоляторам ВЛ рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. ВЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot n \cdot 10^3 = \frac{0,26}{8760} \cdot 0,45 \cdot 1 \cdot T \cdot 10^3 = 0,0134 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в воздушной линии рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. ВЛ}} = \left[ 5,31 \cdot 10^{-6} \cdot W_{\text{конец ВЛ-63 оп.11}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}}) + 0,0066 \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Определение количества электроэнергии в конце кабельной линии КЛ-62 10 кВ Инкубаторный-3.

$$W_{\text{конец КЛ-62}} = W_{\text{Р(ТИ58)}} + \Delta W_{\text{тр.Т58}} + W_{\text{Р(ТИ55)}} + \Delta W_{\text{тр.Т56}} + \Delta W_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

### 34.1.9 Расчет потерь электроэнергии в кабельной линии КЛ-62 10 кВ Инкубаторный-3.

Исходные данные

- Кабельная линия 10 кВ:

Марка кабеля – АПвБПГ 3х95 (источник данных – Приложение 1);

$U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$  (источник данных – Приложение 1);

$L = 0,12 \text{ км}$  (источник данных – Приложение 1);

$n = 1$  (источник данных – Приложение 1);

$r_0 = 0,31 \text{ Ом/км}$  (источник данных – [3], табл.3.69, стр.221);

$\Delta W_{\text{из. КЛ уд.}} = 0,99 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/км в год}$  (источник данных – [1] табл.10, стр.22);

Продолжительность расчетного интервала времени  $T = 30 \text{ минут}$ .

Определяем  $\text{tg } \phi$  по формуле

$$\text{tg } \phi_{\text{КЛ-62}} = \frac{W_{\text{Q(ТИ58)}} + W_{\text{Q(ТИ56)}}}{W_{\text{Р(ТИ58)}} + W_{\text{Р(ТИ56)}}},$$

Но если  $W_{\text{Р(ТИ58)}} + W_{\text{Р(ТИ56)}} = 0$ ,

то  $\text{tg } \phi_{\text{КЛ-62}} = 0$

Эквивалентное сопротивление кабельной линии рассчитывается по формуле:

$$R_{\text{эк}} = r_0 \cdot L / n = 0,31 \cdot 0,12 / 1 = 0,0372 \text{ Ом}$$

Расчет нагрузочных потерь в кабельной линии производится по формуле:

При выводе из работы силового трансформатора, с воздушной линии снимается нагрузка, следовательно, потери в воздушной линии в этом случае отсутствуют (равны 0)

Если  $W_{\text{Р(ТИ58)}} + W_{\text{Р(ТИ56)}} = 0$

То  $\Delta W_{\text{КЛ-62}} = 0$

Иначе:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{н}} &= \frac{W_{\text{конец КЛ-62}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{КЛ-62}})}{U_{\text{ном}}^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot R_{\text{эк}} = \\ &= \frac{W_{\text{конец КЛ-62}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{КЛ-62}})}{10^2 \cdot T \cdot 10^3} \cdot 0,0372 = \\ &= \frac{3,72 \cdot 10^{-7} \cdot W_{\text{конец КЛ-62}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{КЛ-62}})}{T}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} \end{aligned}$$

Потери в изоляции кабеля рассчитываются по формуле

$$\Delta W_{\text{из. КЛ}} = \frac{\Delta W_{\text{из. КЛ уд.}}}{8760} \cdot L \cdot T \cdot n \cdot 10^3 = \frac{0,99}{8760} \cdot 0,12 \cdot 1 \cdot T \cdot 10^3 = 0,01356 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Потери в кабельной линии рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{\text{КЛ-62}} = \Delta W_{\text{н}} + \Delta W_{\text{из. КЛ}} = \left[ 7,44 \cdot 10^{-7} \cdot W_{\text{конец КЛ-62}}^2 \cdot (1 + \text{tg}^2 \phi_{\text{КЛ-62}}) + 0,00678 \right], \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Определение количества электроэнергии в начале кабельной линии КЛ-62 10 кВ Инкубаторный-3.

$$W_{\text{начало КЛ-62}} = W_{\text{Р(ТИ58)}} + \Delta W_{\text{тр.Т58}} + W_{\text{Р(ТИ55)}} + \Delta W_{\text{тр.Т56}} + \Delta W_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

**34.1.10** Определение объема электроэнергии в групповой точке поставки №55, 56.

$$W_{\text{ТП55, 56}} = W_{\text{Р(ТИ57)}} + \Delta W_{\text{тр.Т57}} + W_{\text{Р(ТИ55)}} + \Delta W_{\text{тр.Т55}} + \Delta W_{\text{ВЛ-61 оп.2-11}} + \Delta W_{\text{ВЛ-61 оп.2-КРУН}} + \\ + W_{\text{Р(ТИ58)}} + \Delta W_{\text{тр.Т58}} + W_{\text{Р(ТИ56)}} + \Delta W_{\text{тр.Т56}} + \Delta W_{\text{ВЛ-63 оп.11-конец КЛ-62}} + \Delta W_{\text{КЛ-62}}$$

## 35. Приложение №1 – Исходные данные для расчета потерь

Таблица 1 – Данные двухобмоточных трансформаторов.

Пара- метр № Тр-р	$S_{\text{ном}},$ кВА	$U_{\text{вн}},$ кВ	$U_{\text{нн}},$ кВ	$\Delta P_{\text{хх}},$ кВт	$\Delta P_{\text{кз}},$ кВт	$U_{\text{к}}, \%$	$I_{\text{хх}}, \%$
T-1	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-2	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-3	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-4	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-5	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-6	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-7	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-8	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-9	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-10	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-11	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-12	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-13	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-14	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-15	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-16	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-17	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-18	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-19	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-20	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-21	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-22	250	10	0,4	0,82	3,7	4,5	2,3
T-23	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-24	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-25	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-26	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-27	160	10	0,4	0,565	2,65	4,4	2,4
T-28	160	10	0,4	0,565	2,65	4,4	2,4
T-29	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-30	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-31	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-32	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-33	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-34	250	10	0,4	0,82	3,7	4,5	2,3
T-35	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-36	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-37	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-38	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-39	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-40	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-41	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-42	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-43	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-44	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-45	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-46	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-47	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5



T-48	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-49	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-50	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-51	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-52	630	10	0,4	1,4	5,1	5,5	1,6
T-53	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-54	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-55	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-56	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-57	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-58	400	10	0,4	0,9	4,1	5,0	1,5
T-59	1000	10	0,4	1,38	11,731	5,51	0,342
T-60	1000	10	0,4	1,348	11,747	5,78	0,333

Таблица 2 – Исходные данные для расчета потерь ВЛ и КЛ.\*

Условное обозначение	Элемент сети	Марка и сечение	Длина L, км	Удельное сопротивление $\gamma_{уд}$ , Ом/км	Удельные потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам ВЛ, тыс. кВт·ч/км в год
ВЛ-35.1	Оп.29 КВЛ-10кВ Племенной-2 – ТП-30 10/0,4кВ	АС-50	0,1	0,59	0,26
ВЛ-36.1	Оп.28 ВЛ-10кВ Племенной-1 – ТП-30 10/0,4кВ	АС-50	0,1	0,59	0,26
КЛ-62	ПС Перовая 110/10кВ 4СШ яч.41 – участок воздушной линии КВЛ-10кВ Инкубаторный-3	АПВБПГ 3*95	0,12	0,31	0,99
ВЛ-63.оп.11-конец КЛ-62	Участок кабельной линии КВЛ-10кВ Инкубаторный-3 – ТП-10 10/0,4кВ	СИП-3 1*50	0,45	0,59	0,26
ВЛ-61.оп.2-КРУН	ВЛ-10кВ Инкубаторный-4	АС-70	0,05	0,42	0,26
ВЛ-61.оп.2-11	ВЛ-10кВ Инкубаторный-4	СИП-3 1*50	0,47	0,59	0,26

\*- Для кабельных линий представлены Удельные потери электроэнергии в изоляции кабеля, тыс. кВт·ч/км в год. Табл. 10 [Л1].

36. Приложение №2 – Обоснование отсутствия целесообразности расчета потерь в участках КЛ малой протяженности

Таблица 3 – Исходные данные КЛ малой протяженности.

Условное обозначение	Элемент сети	Марка и сечение	Длина L, км	Удельное сопротивление $\gamma_{уд}$ , Ом/км	Удельные потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам ВЛ, тыс. кВт·ч/км в год
КЛ 1.1	ТП-13 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 2.1	ТП-13 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,009	0,31	0,99
КЛ 3.1	ТП-12 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 4.1	ТП-12 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 5.1	ТП-11 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 6.1	ТП-11 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,009	0,31	0,99
КЛ 7.1	ТП-16 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,009	0,31	0,99
КЛ 8.1	ТП-16 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 9.1	ТП-15 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 10.1	ТП-15 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 11.1	ТП-14 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 12.1	ТП-14 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,009	0,31	0,99
КЛ 13.1	ТП-19 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 14.1	ТП-19 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,009	0,31	0,99
КЛ 15.1	ТП-18 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 16.1	ТП-18 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 17.1	ТП-17 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,009	0,31	0,99
КЛ 18.1	ТП-17 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 25.1	ТП-7 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,01	0,31	0,99
КЛ 26.1	ТП-7 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,01	0,31	0,99
КЛ 37.1	ТП-2 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-3*70	0,025	0,42	0,86
КЛ 38.1	ТП-2 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-3*70	0,025	0,42	0,86
КЛ 43.1	ТП-3 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 44.1	ТП-3 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-95	0,008	0,31	0,99
КЛ 45.1	ТП-22 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-70	0,025	0,42	0,86
КЛ 46.1	ТП-22 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-70	0,025	0,42	0,86
КЛ 47.1	ТП-21 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-70	0,025	0,42	0,86
КЛ 48.1	ТП-21 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-70	0,025	0,42	0,86
КЛ 49.1	ТП-29 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	ААШВ-3*70	0,01	0,42	0,86
КЛ 50.1	ТП-29 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	ААШВ-3*70	0,01	0,42	0,86
КЛ-64	ТП-10 10/0,4кВ 2 СШ яч.3 - ТП-9 10/0,4кВ 2 СШ яч.1	АПвПуг 1х120/35	0,05	0,24	1,08
КЛ-65	ТП-10 10/0,4кВ 1 СШ яч.3 - ТП-9 10/0,4кВ 1 СШ яч.1	АПвПуг 1х120/35	0,05	0,24	1,08

Таблица 4 –Обоснование нецелесообразности расчета потерь в участках КЛ малой протяжённости

Условное обозначение участка КЛ на схеме	Сопротивление участка КЛ ,Ом [1]	Потери электроэнергии от токов утечки через изоляцию КЛ $\Delta W_{из. КЛ}$ , кВт·ч за 30 минут [2]	Максимальная величина активной энергии $P_{max}$ , кВт·ч за 30 минут [3]	Максимальная величина реактивной мощности $Q_{max}$ , кВт·ч за 30 минут [3]	Величина нагрузочных потерь в КЛ $\Delta W_n$ , кВт·ч за 30 минут [4]	Погрешность ИК при максимальной нагрузке, % [5]	Величина абсолютной основной погрешности ИК, кВт·ч за 30 минут [6]	Минимальная целесообразная величина потерь, кВт·ч за 30 минут [7]	Суммарная величина потерь $\Delta W_{кл}$ , кВт·ч за 30 минут [8]	Вывод о необходимости в расчете потерь («да» - требуется/ «нет» - не требуется)
КЛ 1.1	0,0025	0,0005	116	95	0,0006	2,5	2,90	<b>0,87</b>	<b>0,0010</b>	нет
КЛ 2.1	0,0028	0,0005	108	107	0,0006	2,5	2,70	<b>0,81</b>	<b>0,0012</b>	нет
КЛ 3.1	0,0025	0,0005	84	80	0,0003	2,5	2,10	<b>0,63</b>	<b>0,0008</b>	нет
КЛ 4.1	0,0025	0,0005	115	107	0,0006	2,5	2,88	<b>0,86</b>	<b>0,0011</b>	нет
КЛ 5.1	0,0025	0,0005	111	81	0,0005	2,5	2,78	<b>0,83</b>	<b>0,0009</b>	нет
КЛ 6.1	0,0028	0,0005	99	92	0,0005	2,5	2,48	<b>0,74</b>	<b>0,0010</b>	нет
КЛ 7.1	0,0028	0,0005	112	103	0,0006	2,5	2,80	<b>0,84</b>	<b>0,0012</b>	нет
КЛ 8.1	0,0025	0,0005	98	94	0,0005	2,5	2,45	<b>0,74</b>	<b>0,0009</b>	нет
КЛ 9.1	0,0025	0,0005	161	129	0,0011	2,5	4,03	<b>1,21</b>	<b>0,0015</b>	нет
КЛ 10.1	0,0025	0,0005	184	116	0,0012	2,5	4,60	<b>1,38</b>	<b>0,0016</b>	нет
КЛ 11.1	0,0025	0,0005	123	127	0,0008	2,5	3,08	<b>0,92</b>	<b>0,0012</b>	нет
КЛ 12.1	0,0028	0,0005	130	125	0,0009	2,5	3,25	<b>0,98</b>	<b>0,0014</b>	нет
КЛ 13.1	0,0025	0,0005	110	122	0,0007	2,5	2,75	<b>0,83</b>	<b>0,0011</b>	нет
КЛ 14.1	0,0028	0,0005	70	71	0,0003	2,5	1,75	<b>0,53</b>	<b>0,0008</b>	нет
КЛ 15.1	0,0025	0,0005	98	94	0,0005	2,5	2,45	<b>0,74</b>	<b>0,0009</b>	нет
КЛ 16.1	0,0025	0,0005	161	129	0,0011	2,5	4,03	<b>1,21</b>	<b>0,0015</b>	нет
КЛ 17.1	0,0028	0,0005	66	66	0,0002	2,5	1,65	<b>0,50</b>	<b>0,0008</b>	нет

КЛ 18.1	0,0025	0,0005	53	55	0,0001	2,5	1,33	<b>0,40</b>	<b>0,0006</b>	<b>нет</b>
КЛ 25.1	0,0031	0,0006	188	197	0,0023	2,5	4,70	<b>1,41</b>	<b>0,0029</b>	<b>нет</b>
КЛ 26.1	0,0031	0,0006	178	184	0,0020	2,5	4,45	<b>1,34</b>	<b>0,0026</b>	<b>нет</b>
КЛ 37.1	0,0105	0,0012	130	140	0,0038	2,5	3,25	<b>0,98</b>	<b>0,0051</b>	<b>нет</b>
КЛ 38.1	0,0105	0,0012	60	65	0,0008	2,5	1,50	<b>0,45</b>	<b>0,0020</b>	<b>нет</b>
КЛ 43.1	0,0025	0,0005	72	29	0,0001	2,5	1,80	<b>0,54</b>	<b>0,0006</b>	<b>нет</b>
КЛ 44.1	0,0025	0,0005	29	10	0,0000	2,5	0,73	<b>0,22</b>	<b>0,0005</b>	<b>нет</b>
КЛ 45.1	0,0105	0,0012	180	52	0,0037	2,5	4,50	<b>1,35</b>	<b>0,0049</b>	<b>нет</b>
КЛ 46.1	0,0105	0,0012	151	65	0,0028	2,5	3,78	<b>1,13</b>	<b>0,0041</b>	<b>нет</b>
КЛ 47.1	0,0105	0,0012	277	150	0,0104	2,5	6,93	<b>2,08</b>	<b>0,0116</b>	<b>нет</b>
КЛ 48.1	0,0105	0,0012	208	126	0,0062	2,5	5,20	<b>1,56</b>	<b>0,0074</b>	<b>нет</b>
КЛ 49.1	0,0042	0,0005	105	77	0,0007	2,5	2,63	<b>0,79</b>	<b>0,0012</b>	<b>нет</b>
КЛ 50.1	0,0042	0,0005	110	107	0,0010	2,5	2,75	<b>0,83</b>	<b>0,0015</b>	<b>нет</b>
КЛ-64	0,0120	0,0031	136	37	0,0024	2,5	3,40	<b>1,02</b>	<b>0,0055</b>	<b>нет</b>
КЛ-65	0,0120	0,0031	91	33	0,0011	2,5	2,28	<b>0,68</b>	<b>0,0042</b>	<b>нет</b>

[1] - для расчета взята формула №9 (стр. 8 в Алгоритме №911) данные для расчета из Таблицы 3

[2] - для расчета взята формула №12 (стр. 9 в Алгоритме №911) данные для расчета из Таблицы 3

[3] - по данным АИИС КУЭ за август 2015 года

[4] - для расчет взята формула №3 (стр. 7 в Алгоритме №911) данные для расчета из Таблицы 4

[5] - по данным Таблицы 1 - Характеристики приписанной погрешности измерений электроэнергии, ее приращений за интервал времени 30 мин и средней мощности (стр. 5 МВИ)

[6] - рассчитано по формуле:

**Величина абсолютной основной погрешности ИК = Максимальная величина активной мощности  $P_{\max}$  \* (Погрешность ИК при максимальной нагрузке / 100 )**

[7] - рассчитано по формуле в соответствии с буллитом 1 п.1.13 Приложения 5 к Регламенту коммерческого учета электроэнергии и мощности:

**Минимальная целесообразная величина потерь = Величина абсолютной основной погрешности ИК \* 0,3**

[8] - для расчета взята формула №2 (стр. 7 в Алгоритме №911) данные для расчета из Таблицы 4

### Лист регистрации изменений методики измерений

№ пп	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в МИ	Подпись и расшифровка	Дата
	Измененных	Заменен- ных	Новых	Аннулированных			
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

**Лист ознакомления с методикой измерений**

№ п/п	Фамилия И.О.	Должность	Дата	Роспись	Примечание